



پاشگاه دانش یزوهان جوان

باسمه تعالی  
جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش پژوهان جوان  
معاونت دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان؛ زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

### دفترچه سوالات مرحله اول

بیست و سومین دوره المپیاد شیمی سال ۱۳۹۱

صبح - ساعت : ۹:۰۰

کد دفترچه : ۲

تعداد سوالات	مدت آزمون (دقیقه)
۵۰	۱۰۰

#### توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب مجاز است.

۱. کد برگه سوالات شما ۲ است. این کد را در محل مربوط روی پاسخنامه علامت بزنید. در غیر این صورت پاسخنامه شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد برگه سوالات شما که در زیر هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکی باشد.
۲. بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه و وجود همه برگه‌های دفترچه سوالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
۳. یک برگ پاسخنامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
۴. برگه پاسخنامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکتید و تمیز نگه دارید و ب علاوه پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
۵. پاسخ درست به هر سوال ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست یک نمره منفی دارد.
۶. همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه و جدول تناوبی عناصر مجاز نمی‌باشد.
۷. همراه داشتن لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
۸. آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان سال اول دبیرستان صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه دوم و سوم دبیرستان انتخاب می‌شوند.
۹. داوطلبانی می‌توانند دفترچه سوالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند، در غیر این صورت دفترچه باید همراه پاسخنامه تحویل شود.

کلیه حقوق این سوالات برای پاشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.

آدرس سایت اینترنتی: [www.ysc.ac.ir](http://www.ysc.ac.ir)

۱- انرژی پیوند S-O در کدام گونه بیشتر است؟



۲- کدام فرمول ساختاری، زاویه های پیوند ترکیب پروکسی نیترو اسید  $ONOOH$  را با رعایت قاعده اکتت درست نشان می دهد؟



۳- در کدام گونه مجموع جفت الکترون های پیوندی و ناپیوندی لایه ظرفیت بیشترین است؟



۴- کدام دو ویژگی در هر گروه از جدول تناوبی از بالا به پایین افزایش می یابد؟

(۱) چگالی عناصر گروه دوم - نخستین انرژی یونش عناصر گروه شانزدهم

(۲) نقطه جوش هیدرید عناصر گروه چهاردهم - واکنش پذیری عناصر گروه اول

(۳) نقطه ذوب عناصر گروه اول - نقطه جوش عناصر گروه هفدهم

(۴) شعاع یونی عناصر گروه دوم - نقطه جوش هیدرید عناصر گروه پانزدهم

۵- کدام عبارت نادرست است؟

(۱) انرژی شبکه ای بلور  $NaCl$  از  $LiCl$  کم تر است

(۲) شعاع واندروالسی اتم یک عنصر از شعاع کووالانسی آن بزرگتر است

(۳) کلر در دو گونه  $Cl_2O$  و  $ClO_2^-$  عدد اکسایش +۱ دارد

(۴) تعداد پیوند های کووالانسی در  $P_4$  از  $CH_4$  بیشتر است

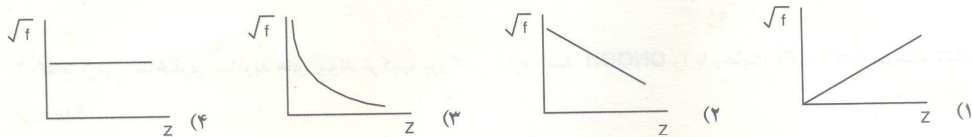
۶- در کدام گزینه شکل هندسی همه گونه ها مشابه نیست؟



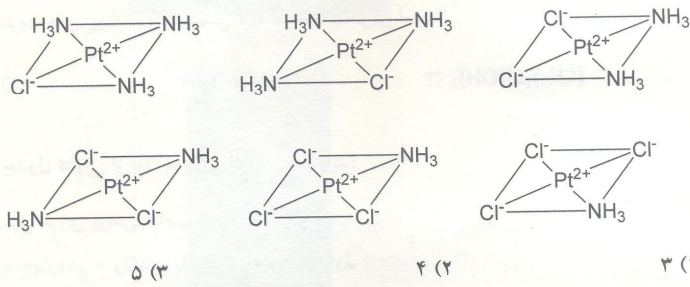
۷- چه تعداد از ترکیب های زیر، مولکول های قطبی دارند که همه پیوند های آنها قطبی است؟



۸- کدام نمودار ، رابطه میان جذر فرکانس ( $\sqrt{f}$ ) پرتوهای X نشر شده از عنصرها با عدد اتمی (Z) آن ها را به درستی نشان می دهد؟



۹- به فرمول های گسترده زیر توجه کنید. چند ترکیب متفاوت تشخیص می دهید؟



۱۰- عدد جرمی عنصر X برابر ۲۰۶ است و تعداد نوترون های آن ۱/۵۱ برابر تعداد پروتون ها می باشد. تعداد الکترون های یون این عنصر در ترکیب XO کدام است؟

۸۰ (۱)                      ۸۲ (۲)                      ۸۴ (۳)                      ۷۸ (۴)

۱۱- تعداد الکترون های  $A^{3+}$  و  $B^{2-}$  با هم برابر است. اگر مجموع تعداد پروتون های این دو یون برابر با ۲۱ باشد کدام عبارت درست است؟

(۱) شعاع اتمی A از B کمتر است

(۲) B در گروه شانزدهم جدول تناوبی قرار دارد و فرمول کلرید آن  $BCl_6$  است

(۳) الکترونگاتیوی A از B بیشتر است

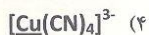
(۴) A در تناوب سوم و گروه سیزدهم از جدول تناوبی قرار دارد

۱۲- ۰/۹۷۵ گرم مس (II) نترات متبلور را حرارت می دهیم تا به طور کامل به مس اکسید، CuO ، تبدیل شود. وزن مس اکسید حاصل ۰/۳ گرم می باشد. تعداد آب تبلور مس نترات متبلور را مشخص کنید. (Cu=۶۴ ، N=۱۴ ، O=۱۶ ، H=۱)

۴ (۱)                      ۲ (۲)                      ۵ (۳)                      ۶ (۴)



۱۳- عدد اکسایش Cu در  $[Zn(NH_3)_4][CuCl_4]$  با عدد اکسایش عنصر مشخص شده در کدام گونه یکسان است؟



۱۴- کدام گونه مسطح نیست؟



۱۵- انرژی شبکه کدام ترکیب بیشتر است؟



۱۶- انرژی یونش در یک گروه از بالا به پایین ..... و بار موثر هسته در یک دوره از چپ به راست ..... می یابد.

(۴) کاهش، کاهش

(۳) کاهش، افزایش

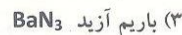
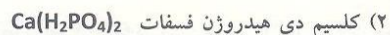
(۲) افزایش، افزایش

(۱) افزایش، کاهش

۱۷- کدام عنصر جدول تناوبی کمترین واکنش پذیری را دارد؟



۱۸- فرمول کدام ترکیب نادرست است؟



۱۹- معادله دوپروی برای طول موج الکترون به صورت  $\lambda = \frac{h}{mv}$  است که در آن  $\lambda$ ،  $h$ ،  $m$ ،  $v$  به ترتیب طول موج، ثابت پلانک، جرم الکترون و سرعت الکترون هستند. طول موج الکترونی که با سرعت  $10^6 \times \frac{3}{4}$  متر بر ثانیه حرکت می کند چند

سانتی متر است؟ (  $m = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$  ،  $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  )

(۴)  $3 \times 10^{-9}$

(۳)  $3 \times 10^{-7}$

(۲)  $3 \times 10^{-8}$

(۱)  $3 \times 10^{-10}$

۲۰- آرایش الکترونی  $[Kr] 4d^4 5s^1$  مربوط به کدام گونه است؟





۲۱- کدام ترکیب یونی در آب محلول است؟

(۱) AgBr      (۲) CaCO<sub>3</sub>      (۳) PbSO<sub>4</sub>      (۴) CuCl<sub>2</sub>

۲۲- انحلال پذیری AgNO<sub>3</sub> در دماهای ۲۰ و ۴۰ درجه سلسیوس به ترتیب برابر با ۲۱۶ و ۳۱۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. اگر ۲۰۰ گرم از محلول سیر شده AgNO<sub>3</sub> در دمای ۴۰°C را تا دمای ۲۰°C سرد کنیم، چند گرم AgNO<sub>3</sub> ته نشین می شود؟

(۱) ۴۶      (۲) ۲۵      (۳) ۱۵      (۴) ۹۵

۲۳- در اثر افزودن ۰/۱ مول از کدام ترکیب به ۱ لیتر آب خالص، رسانایی الکتریکی بیشتری مشاهده می شود؟

(۱) HCl      (۲) BaSO<sub>4</sub>      (۳) HF      (۴) CH<sub>3</sub>OH

۲۴- چهار محلول زیر را در نظر بگیرید که همه از حل کردن NaCl در آب خالص تهیه شده اند. برای تهیه کدام یک مقدار بیشتری NaCl به کار رفته است؟ (Na=۲۳، Cl=۳۵/۵)

(۱) ۱۰۳ گرم محلول که نسبت به NaCl ۱ مولال است.

(۲) ۱۰۰ میلی لیتر محلول که نسبت به NaCl ۱ مولار است.

(۳) ۱۰ کیلوگرم محلول که در آن غلظت Na<sup>+</sup> برابر با ۲۰۰ ppm است.

(۴) ۱ کیلوگرم محلول که درصد جرمی NaCl در آن ۰/۵ درصد است.

۲۵- انحلال پذیری CO<sub>2</sub> در آب در دمای ۲۵°C و فشار یک اتمسفر از گاز CO<sub>2</sub> برابر با ۰/۱۴۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب می باشد. اگر فشار CO<sub>2</sub> در یک بطری نوشیدنی گازدار ۱/۵ لیتری در بسته تقریباً ۳ اتمسفر باشد، پس از باز شدن در بطری و گذشت زمان کافی در دمای ۲۵°C، تقریباً چند گرم گاز CO<sub>2</sub> از بطری خارج می شود؟ (چگالی نوشیدنی را ۱ g/mL فرض کنید)

(۱) ۲/۹      (۲) ۴/۴      (۳) ۲/۲      (۴) ۶/۵

۲۶- انحلال پذیری CaSO<sub>4</sub> در دمای ۲۰°C برابر با ۰/۲۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. غلظت Ca<sup>2+</sup> در یک محلول سیر شده CaSO<sub>4</sub> چند ppm است؟ (O=۱۶، S=۳۲، Ca=۴۰)

(۱) ۱۵      (۲) ۲۱۰۰      (۳) ۶۱۸      (۴) ۵۲

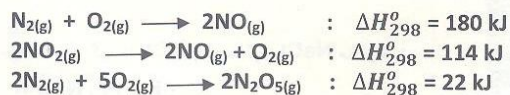
۲۷- دلیل باران های اسیدی کدام است؟

- (۱) حل شدن بخار  $H_2SO_4$  موجود در هوا در آب باران  
 (۲) حل شدن اکسیدهایی مانند  $SO_2$  ،  $NO_x$  و  $CO_2$  موجود در هوا در آب باران  
 (۳) حل شدن بخار  $HCl$  و  $NH_3$  موجود در هوا در آب باران  
 (۴) حل شدن ذرات بسیار ریز نمک های اسیدی موجود در هوا در آب باران

۲۸- یک سامانه بسته با یک شرایط آغازی معین از دو راه متفاوت (یکی به طور بسیار آهسته و دیگری به طور نسبتاً سریع) به یک شرایط پایانی معین تغییر می یابد. سامانه در راه نخست ۱۰۰ کالری گرما جذب می کند و ۱۰۰ ژول کار به محیط اطراف خود روانه می دارد. هرگاه سامانه در راه دوم ۹۱/۶۳۲ ژول کار به محیط اطراف خود روانه نموده باشد، گرمای جذب شده به وسیله آن بر حسب کالری کدام است؟

- (۱) ۹۸ (۲) ۹۱/۶۳۲ (۳) ۸/۳۶ (۴) ۱۰۰

۲۹-  $\Delta H_{298}^{\circ}$  واکنش  $2N_2O_5(g) \longrightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$  با در نظر گرفتن معلومات داده شده چند کیلوژول است؟



- (۱) ۲۲۸ (۲) ۱۳۶ (۳) ۱۱۰ (۴) ۲۰۲

۳۰- کدام گزینه در مورد تغییر انرژی درونی یک سامانه بسته درست نیست؟ (بی دررو یعنی بدون مبادله گرما)

$$\Delta E = q + w \quad (۱) \quad \Delta E_{\text{دررو}} = w \quad (۲)$$

$$\Delta E_p = q_p \quad (۳) \quad \Delta E_v = q_v \quad (۴)$$

۳۱- مطابق قرارداد، آنتالپی استاندارد تشکیل یخ جامد،  $I_2(s)$ ، صفر است. تبدیل ۱ مول  $I_2(s)$  به ۱ مول  $I_2(g)$  در فشار استاندارد و ثابت با جذب  $62/5 \text{ kJmol}^{-1}$  گرما همراه است. آنتالپی استاندارد تشکیل  $I_2(g)$  بر حسب کیلوژول بر مول، در شرایط داده شده، کدام است؟

- (۱) ۰ (۲)  $-62/5$  (۳)  $+62/5$  (۴)  $-31/25$

۳۲- چند میلی لیتر آب بایستی به ۵۰ میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید که دارای چگالی  $1/10 \text{ g/mL}$  و حاوی ۲۰ درصد وزنی  $\text{HCl}$  است اضافه شود تا محلولی با چگالی  $1/04 \text{ g/mL}$  و حاوی  $8/16$  درصد وزنی  $\text{HCl}$  به دست آید؟

(۱)  $79/6$  (۲)  $56/3$  (۳)  $122/5$  (۴)  $95/3$

۳۳- کدام گزینه انرژی درونی یک سامانه بسته را به درستی بیان می کند؟

- (۱) مجموع انرژی های جنبشی و پتانسیلی ( ذخیره ای) ذرات تشکیل دهنده سامانه بسته
- (۲) مجموع انرژی پیوندهای موجود در ذرات تشکیل دهنده سامانه بسته
- (۳) تفاوت میان مجموع انرژی های جنبشی مولکول ها و مجموع انرژی های پتانسیلی مولکول ها در سامانه بسته
- (۴) انرژی معادل حاصلضرب فشار در حجم سامانه بسته در دمای ثابت

۳۴- لیتیم هیدروکسید در اثر واکنش با  $\text{CO}_2$  تولید لیتیم کربنات و آب می کند و به همین دلیل برای جذب  $\text{CO}_2$  در ماشین های قضایی از آن استفاده می شود. ۱ کیلوگرم لیتیم هیدروکسید چند کیلوگرم از گاز  $\text{CO}_2$  را جذب می کند؟ جرم مولی لیتیم هیدروکسید و  $\text{CO}_2$  به ترتیب  $23/95$  و  $44/00$  گرم بر مول است.

(۱)  $0/82$  (۲)  $1/84$  (۳)  $0/46$  (۴)  $0/92$

۳۵- چند گرم از  $\text{KCl}$  با یک گرم  $\text{NaCl}$  مخلوط شود تا نمونه ای محتوی ۵۲ درصد وزنی کلر به دست آید؟ ( $\text{Cl} = 35/5$  ،  $\text{K} = 39$  ،  $\text{Na} = 23$ )

(۱)  $0/80$  (۲)  $2/0$  (۳)  $1/51$  (۴)  $2/43$

۳۶- سه دانش آموز تصمیم گرفتند که هر کدام به طور مستقل ظرفیت گرمایی ویژه یک منبع آب با دما و کیفیت یکسان را طبق معادله  $c = \frac{q}{m\Delta T}$  و به کمک وسایل اندازه گیری با دقت یکسان و بدون اشتباه شخصی تعیین نمایند. اولی برای اندازه گیری خود ۱۰ گرم آب ، دومی ۲۰ گرم آب و سومی ۳۰ گرم آب از منبع برداشت. مقایسه پاسخ این سه دانش آموز در خصوص مقدار ظرفیت گرمایی ویژه آب منبع کدام است؟

- (۱) اولی > دومی > سومی
- (۲) اولی = دومی = سومی
- (۳) ( اولی + دومی ) = سومی
- (۴) اولی < دومی < سومی

۳۷- چند لیتر از اتیلن گلیکول ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ )  $56/0$  درصد جرمی شامل  $0/35$  مول  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$  می باشد، چنانچه چگالی محلول  $1/07 \text{ g/mL}$  باشد؟ ( $\text{C} = 12$  ،  $\text{H} = 1$  ،  $\text{O} = 16$ )

(۱)  $0/362$  (۲)  $0/415$  (۳)  $0/415$  (۴)  $0/362$





۴۴- ۲۳۰ میلی لیتر از محلول ۰/۲۷۵ مولار  $\text{CaCl}_2$  یک شیشه روز بر روی یک صفحه داغ قرار می گیرد. روز بعد غلظت محلول فوق به ۱/۱۰ مولار افزایش یافته است. چند میلی لیتر از آب در این مدت تبخیر شده است؟

- ۱) ۱۲۶/۵ (۱)      ۲) ۱۱۵/۰ (۲)      ۳) ۵۷/۵ (۳)      ۴) ۱۷۲/۵ (۴)

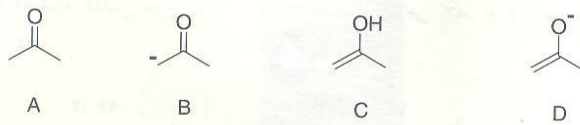
۴۵- کدام یک از گازهای زیر در هواکره به طور ناچیز یافت می شود؟

- ۱) هیدروژن      ۲) آرگون      ۳) نیتروژن      ۴) اکسیژن

۴۶- یک مول ترکیب A با فرمول بسته  $\text{C}_6\text{H}_6$  با یک مول گاز هیدروژن اشباع می شود و به B تبدیل می شود. اگر یکی از هیدروژن های B با کلر جایگزین شود فقط ترکیب C تشکیل می شود. به کمک اطلاعات فوق چند ساختار برای A می توان رسم کرد؟

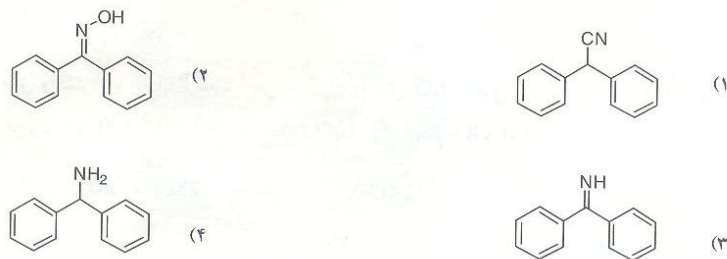
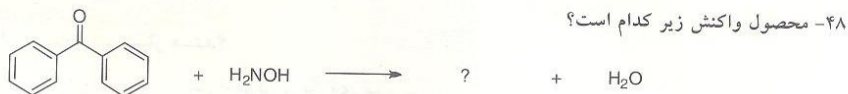
- ۱) ۳ (۱)      ۲) ۲ (۲)      ۳) ۱ (۳)      ۴) ۴ (۴)

۴۷- چه تعداد از جفت ترکیبات داده شده ، فرم های رزونانسی محسوب می شوند؟



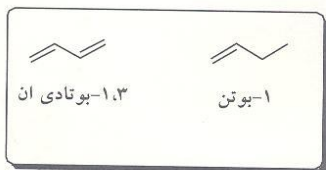
جفت ترکیبات: A,B    A,C    A,D    B,C    B,D    C,D

- ۱) ۲ (۱)      ۲) ۱ (۲)      ۳) ۴ (۳)      ۴) ۳ (۴)



۴۹- در واکنش هیدروژن دار شدن ۱-بوتن و ۱،۳-بوتادی ان و تبدیل آن ها به هیدروکربن های سیر شده، به ترتیب ۱۲۷ و ۲۳۹

کیلوژول بر مول گرما آزاد می شود. کدام گزینه صحیح است؟



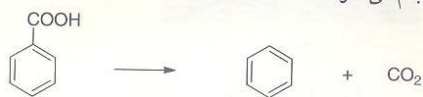
(۱) ۱-بوتن از چیزی که انتظار می رود پایدار تر است.

(۲) ۱،۳-بوتادی ان از چیزی که انتظار می رود پایدار تر است.

(۳) هیچ کدام پایداری غیر عادی نشان نمی دهند.

(۴) اطلاعات فوق برای مقایسه پایداری نسبی کافی نیست.

۵۰- واکنش زیر در شرایط مناسب انجام می شود:



در واکنش داده شده زیر، تحت شرایط مشابه واکنش فوق، احتمال تشکیل چند ترکیب با فرمول بسته  $C_{13}H_{12}O_2$  وجود دارد؟



۴ (۴)

۱ (۳)

۲ (۲)

۳ (۱)





باشگاه دانش پژوهان جوان

باسمه تعالی  
جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
مرکز ملی پرورش استعداد‌های درخشان و دانش پژوهان جوان  
معاونت دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

### دفترچه سوالات مرحله اول

بیست و سومین دوره المپیاد کامپیوتر سال ۱۳۹۱

صبح - ساعت : ۹:۰۰

کد دفترچه : ۲

تعداد سوالات	مدت آزمون (دقیقه)
۳۵	۱۸۰

#### توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب ممنوع است.

- کد برگه سوالات شما ۲ است. این کد را در محل مربوط روی پاسخنامه علامت بزنید. در غیر این صورت پاسخنامه شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد برگه سوالات شما که در زیر هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، یا کد اصلی که در همین صفحه است یکی باشد.
- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه و وجود همه برگه‌های دفترچه سوالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
- یک برگ پاسخنامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
- برگه پاسخنامه را دستگاه تصحیح می‌کند. پس آن را تا نکتید و تمیز نگه دارید و بعلاوه پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- پاسخ درست به هر سوال ۴ نمره مثبت و پاسخ نادرست یک نمره منفی دارد.
- همراه داشتن هر گونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لب تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان سال اول صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه دوم و سوم انتخاب می‌شوند.
- داوطلبانی می‌توانند دفترچه سوالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند. در غیر این صورت دفترچه باید همراه پاسخنامه تحویل شود.
- پایگاه اطلاع رسانی کمیته ملی کامپیوتر: [www.inoi.ir](http://www.inoi.ir) سامانه آموزشی کمیته ملی کامپیوتر: [learn.inoi.ir](http://learn.inoi.ir)

کلیه حقوق این سوالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.

آدرس سایت اینترنتی: [www.ysc.ac.ir](http://www.ysc.ac.ir)

مرحله‌ی اول بیست و سومین المپیاد کامپیوتر کشور

- سؤال‌های ۲۴ تا ۳۵ در چند دسته‌ی سؤالی آمده‌اند و پیش از هر دسته توضیح مربوط به آن‌ها آمده است.
- نمره‌دهی به همه‌ی سؤال‌ها یکسان می‌باشد. جواب درست به هر سؤال ۴ نمره‌ی مثبت و جواب نادرست ۱ نمره‌ی منفی دارد.
- ترتیب گزینه‌ها در هر سؤال به شکل تصادفی است.

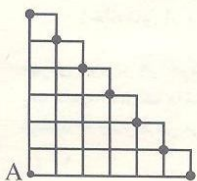
۱	۰	۰
۰	۱	۱
۰	۰	۰

(۱) فرید یک جدول  $3 \times 3$  به صورت مقابل دارد. او به رشید اجازه داده هر چند باری که خواست اعداد موجود در دو خانه‌ی مجاور را جابه‌جا کند. دو خانه مجاورند، اگر یک ضلع مشترک داشته باشند. با این حرکات رشید به چند جدول مختلف می‌تواند برسد؟

- ۳۵ (۵)      ۳۵ - ۱ (۴)      ۸۴ (۳)      ۹۰ (۲)      ۷۲ (۱)

(۲) می‌خواهیم آهنگی با نت‌های موسیقی بسازیم با این شرط‌ها که فقط از نت‌های «سل»، «لا» و «سی» استفاده کنیم، بعد از هیچ نت «سل» ای بلافاصله نت «سی» نیاید و طول آهنگ دقیقاً ۳ نت باشد. با فرض اینکه می‌توان از نت تکراری استفاده کرد به چند طریق می‌توان چنین آهنگی ساخت؟

- ۱۵ (۵)      ۹ (۴)      ۲۷ (۳)      ۲۱ (۲)      ۲۴ (۱)



(۳) می‌خواهیم از نقطه‌ی A در شکل مقابل به یکی از نقاطی برویم که با دایره‌ی بزرگ مشخص شده‌اند. با فرض اینکه فقط می‌توانیم به سمت راست یا بالا حرکت کنیم، چند مسیر مختلف وجود دارد؟

- ۲۵ (۵)       $\frac{12!}{2 \times 6! \times 6!}$  (۴)      ۲۶ (۳)       $\frac{12!}{6! \times 6!}$  (۲)       $\frac{10!}{2 \times 5! \times 5!}$  (۱)

(۴) یگانه یک جدول شطرنجی سیاه-سفید با ابعاد  $19 \times 19$  دارد که سطرهایش را از بالا به پایین و ستون‌هایش را از چپ به راست با اعداد ۱ تا ۱۹ شماره‌گذاری کرده است. سپس در هر یک از خانه‌های جدول حاصل ضرب شماره‌ی سطر و شماره‌ی ستونی را که در آن قرار دارد یادداشت می‌کند. با فرض اینکه خانه‌ی بالا-چپ جدول سیاه باشد، مجموع اعدادی که در خانه‌های سیاه نوشته شده، چند است؟

- $2 \times 90^2$  (۵)       $2 \times 90^2 + 95$  (۴)       $90^2 + 100^2$  (۳)       $2 \times 95^2$  (۲)       $2 \times 100^2$  (۱)

(۵) رستم اعداد ۰ تا ۳۱ را در مبنای ۲ روی یک کاغذ می‌نویسد. او چندبار رقم ۱ را نوشته است؟ برای مثال برای نوشتن عدد ۵ در مبنای ۲، دوبار رقم ۱ را می‌نویسیم.

- ۸۰ (۵)      ۷۲ (۴)      ۴۰ (۳)      ۶۲ (۲)      ۶۴ (۱)

(۶) کوچکترین عدد طبیعی مانند  $n$  را در نظر بگیرید که به ازای هر  $2 \leq i \leq 10$ ، باقیمانده‌ی تقسیم آن بر  $i$  برابر  $i - 1$  باشد. ضرب ارقام عدد  $n$  چند است؟

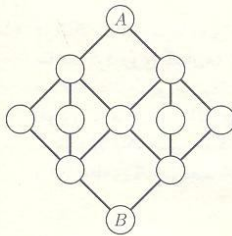
- ۱۸۱۴۴ (۵)      ۱۶۳۲۹۶ (۴)      ۰ (۳)      ۹۰ (۲)      ۷ (۱)

(۷) ۱۵ شتر در یک صف پشت سرهم ایستاده‌اند. می‌دانیم که وزن هر شتر عددی طبیعی از ۱ تا ۱۵ است و ممکن است وزن دو شتر یکسان باشد. هر شتر مجموع وزن خود و دو برابر وزن نفر جلویی‌اش را حساب می‌کند به جز نفر اول صف که شتری در جلوی‌اش نیست. در کمال تعجب شترها متوجه می‌شوند که همه‌ی ۱۴ عدد محاسبه شده بر ۱۵ بخش‌پذیر است. وزن این ۱۵ شتر چند حالت مختلف می‌تواند داشته باشد؟

- ۱۵! (۵)       $15^2 - 1$  (۴)      ۲۲۵ (۳)      ۱۵ (۲)      ۲۱۴ (۱)

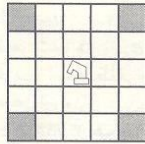


مرحله‌ی اول بیست و سومین المپیاد کامپیوتر کشور



۱۲) شکل مقابل چند جزیره را نشان می‌دهد که با تعدادی پل به هم متصل شده‌اند. حمید و رشید در ساعت ۱۲ ظهر در جزیره A هستند. آن‌ها باید به کشتی‌ای که در ساحل جزیره‌ی B لنگر انداخته و در ساعت ۴ بعد از ظهر حرکت می‌کند برسند. حرکت از ابتدای یک پل به انتهای آن یک ساعت زمان می‌برد و یک پل در هر لحظه می‌تواند وزن یک نفر را تحمل کند و اگر در یک لحظه هم حمید و هم رشید روی آن باشند، پل فرو می‌ریزد. چند حالت مختلف برای مسیر حرکت این دو وجود دارد به طوری که هر دوی آن‌ها به کشتی جزیره‌ی B برسند؟

- ۳۶ (۱)      ۲۸ (۲)      ۱۲ (۳)      ۲۰ (۴)      ۱۶ (۵)



۱۳) خیکوله مهره‌ی شطرنج جدیدی به اسم «خیل» اختراع کرده است. حرکت این مهره مانند فیل‌های معمولی است با این تفاوت که خانه‌هایی را روی صفحه شطرنج تهدید می‌کند که دقیقاً دو خانه‌ی قطری (هم از نظر تعداد سطر و هم از نظر تعداد ستون) با آن فاصله داشته باشند. به چند طریق می‌توان در یک صفحه‌ی شطرنج  $8 \times 8$  دو مهره‌ی خیل متمایز قرار داد که یکدیگر را تهدید نکنند؟

- ۳۸۸۸ (۱)      ۱۱۴۴ (۲)      ۱۹۴۰ (۳)      ۲۲۸۸ (۴)      ۱۸۷۲ (۵)

۱۴) در هر یک از خانه‌های یک جدول  $4 \times 4$  یکی از اعداد صفر یا یک را می‌نویسیم. سپس در کنار هر سطر حاصل جمع اعداد آن سطر را می‌نویسیم. سپس  $t$  را برابر حاصل ضرب اعداد کنار سطرها قرار می‌دهیم. به‌ازای چند حالت از جدول اولیه مقدار  $t$  برابر صفر می‌شود؟

- ۲۱۶ - ۱۵ (۱)      ۲۱۶ - ۱۵۴ (۲)      ۲۱۵ - ۱ (۳)      ۲۱۵ (۴)      ۲۱۵ + ۱ (۵)

۱۵) خالوخیکول برای خیکوله یک عروسک خریده است و خیکوله آن‌را دور یک دایره با صد جایگاه قرار داده است. فرض کنید در ثانیه‌ی اول عروسک در خانه‌ی شماره‌ی یک قرار دارد. ویژگی این عروسک این است که در هر ثانیه دو عروسک مانند خودش از جایش بیرون می‌آیند، یکی به ده خانه جلوتر می‌پرد و دیگری به یک خانه عقب‌تر. بنابراین در ثانیه‌ی دوم در هر یک از خانه‌های ۱، ۱۱ و ۱۰۰ یک عروسک قرار دارد. عروسک‌های جدید نیز به این روند ادامه می‌دهند (ممکن است در یک خانه بیش از یک عروسک قرار بگیرد). عروسک‌ها در ثانیه‌ی چندم تمامی صد خانه‌ی جدول را اشغال می‌کنند؟

- ۲۱ (۱)      ۱۹ (۲)      ۱۷ (۳)      ۲۰ (۴)      ۱۸ (۵)

۱۶) در یک تورنمنت ۱۵ پینگ‌پنگ‌باز حضور دارند و هر دونفر دقیقاً یکبار با هم بازی می‌کنند. به یک ۳ تایی از این بازیکنان، «ضایع» می‌گوییم هرگاه اولی، دومی را برده باشد، دومی، سومی را برده باشد و سومی اولی را برده باشد. حداکثر چند ۳ تایی ضایع در این مسابقات وجود دارد؟

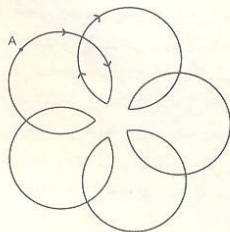
- ۳۱۵ (۱)      ۴۵۵ (۲)      ۲۸۰ (۳)      ۴۲۰ (۴)      ۱۴۰ (۵)

۱۷) می‌خواهیم هشت توپ یکسان را در سه کیسه‌ی یکسان قرار دهیم به طوری که هیچ تویی بیرون کیسه‌ها نباشد و همچنین در هر کیسه تعداد فردی توپ وجود داشته باشد. با فرض اینکه کیسه‌ها می‌توانند در داخل یکدیگر قرار گیرند، به چند طریق این کار ممکن است؟ توجه کنید که اگر کیسه‌ی  $a$  درون کیسه‌ی  $b$  باشد، توپ‌های درون کیسه‌ی  $a$  برای کیسه‌ی  $b$  هم شمرده می‌شود.

- ۸ (۱)      ۱۶ (۲)      ۷ (۳)      ۹ (۴)      ۱۰ (۵)



مرحله‌ی اول بیست و سومین المپیاد کامپیوتر کشور

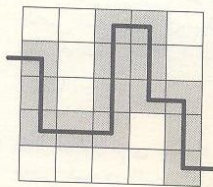


۱۸) در شکل مقابل مینا روی نقطه‌ی  $A$  ایستاده است. او فقط می‌تواند به صورت ساعت‌گرد روی کمان‌ها حرکت کند. مینا به چند طریق می‌تواند با شروع از نقطه‌ی  $A$  و حرکت کردن روی کمان‌ها خود را به مکان اولیه‌اش برساند با فرض اینکه از هر نقطه حداکثر سه بار عبور کند؟ مثلاً یک مسیر ممکن این است که از کمان‌های بیرونی سه بار عبور کند و در نقطه‌ی  $A$  متوقف شود.

- ۱)  $25 + 35$  (۲)  $36$  (۲)  $2 \times 35 + 1$  (۳)  $100$  (۴)  $101$  (۵)

۱۹) دنباله  $a_1, a_2, \dots, a_m$  از اعداد  $1$  تا  $n$  را خوب می‌نامیم اگر به ازای هر  $i < j$  که  $a_i = a_j$  هیچ یک از اعداد ظاهر شده در  $a_{i+1}, a_{i+2}, \dots, a_{j-1}$  خارج از بازه  $[a_i, a_{i+1}, \dots, a_j]$  ظاهر نشده باشند. در واقع در یک دنباله خوب، اعداد ظاهر شده بین دو عدد مساوی نباید در خارج از بازه بینشان ظاهر شده باشند. به عنوان مثال دنباله‌ی  $1, 2, 3, 1, 4, 2$  یک دنباله‌ی خوب است ولی دنباله‌ی  $1, 2, 3, 1, 4, 3$  خوب نیست، چون عدد  $2$  هم بین دو تا  $1$  ظاهر شده است و هم بیرون آن‌ها. طول بزرگترین دنباله‌ی خوب با اعداد  $1$  تا  $n$  چند است؟

- ۱)  $2n - 1$  (۲)  $2n$  (۲)  $4n - 1$  (۳)  $4n$  (۴)  $3n$  (۵)



۲۰) جدولی  $5 \times 5$  داریم. فرشید از یک خانه واقع در ستون اول شروع به حرکت می‌کند و در هر مرحله به سمت بالا، پایین و یا راست حرکت می‌کند تا نهایتاً از سمت راست جدول خارج شود. او به هیچ خانه‌ای دوبار نمی‌رود و نمی‌تواند از بالا و پایین جدول خارج شود. به عنوان مثال شکل مقابل یکی از مسیرهای ممکن را نشان می‌دهد. به ازای هر مسیری که فرشید می‌تواند بینماید تعداد خانه‌های مسیر را یادداشت کرده‌ایم. مجموع این اعداد چند است؟

- ۱)  $203125$  (۲)  $15625$  (۲)  $43750$  (۳)  $109375$  (۴)  $218750$  (۵)

۲۱)  $8$  نفر با هم یک بازی می‌کنند به این صورت که هر نفر در ابتدا یک کلمه انتخاب می‌کند. سپس در هر مرحله این  $8$  نفر به  $4$  گروه  $2$  تایی تقسیم می‌شوند و در هر گروه  $2$  نفره، هرکس تمام کلماتی را که می‌داند به نفر مقابلش می‌گوید. بازی زمانی تمام می‌شود که هر یک از این  $8$  نفر هر  $8$  کلمه‌ی اولیه را بداند. ما می‌دانیم که حمید فقط در مرحله‌ی اول راست می‌گوید و در باقی مراحل نمی‌توان روی حرف‌اش حساب کرد. حداقل چند مرحله لازم است تا مطمئن شویم هر  $8$  نفر،  $8$  کلمه‌ی اولیه را می‌دانند؟

- ۱)  $4$  (۱)  $6$  (۲)  $3$  (۳)  $5$  (۴)  $7$  (۵)

۱	۰	۱	۰
۱	۰	۱	۱
۱	۱	۱	۱
۰	۰	۱	۰

۲۲) جدول رو به رو به ما داده شده است. در هر مرحله می‌توانیم تغییری در این جدول بدهیم. تغییرات به این صورت است که جای دو سطر یا جای دو ستون را عوض می‌کنیم. با استفاده از این تغییرات به چند جدول مختلف می‌توانیم برسیم؟ توجه کنید که تغییرات را به تعداد دلخواه می‌توانیم انجام دهیم.

- ۱)  $96$  (۱)  $576$  (۲)  $288$  (۳)  $24$  (۴)  $144$  (۵)

مرحله‌ی اول بیست و سومین المپیاد کامپیوتر کشور

۲۳) رشید به تازگی با دو نوع دستگاه به نام‌های کفگیر و سفگیر آشنا شده است که به صورت زیر عمل می‌کنند:

- دستگاه کفگیر عدد  $x$  را به عنوان ورودی گرفته و  $\lfloor x/2 \rfloor$  را به عنوان خروجی بر می‌گرداند.
- دستگاه سفگیر عدد  $x$  را به عنوان ورودی گرفته و  $\lceil x/2 \rceil$  را به عنوان خروجی بر می‌گرداند.

رشید ۱۳۹۱ دستگاه در یک ردیف پشت سر هم قرار داده است به طوری که دستگاه  $i$  ام کفگیر است اگر  $i$  عددی اول باشد و در غیر این صورت سفگیر است. برای مثال دستگاه اول و چهارم سفگیر هستند و دستگاه دوم و سوم کفگیر هستند.

حال رشید یک عدد طبیعی به عنوان ورودی به دستگاه اول می‌دهد، سپس خروجی این دستگاه وارد دستگاه دوم می‌شود، خروجی دستگاه دوم وارد دستگاه سوم می‌شود و به همین ترتیب تا دستگاه ۱۳۹۱ ام که خروجی نهایی را تولید می‌کند. به ازای چند عدد به عنوان ورودی دستگاه اول، خروجی نهایی برابر با یک می‌شود؟

(۱) ۱۳۹۱ (۲) ۱۳۹۰ (۳) ۱۹۳۳۴۹۰ (۴) ۲۱۳۹۱ (۵) ۲۱۳۹۰

سؤال‌های ۲۴ تا ۳۵ در چند دسته‌ی سوالی آمده‌اند و پیش از هر دسته توضیح مربوط به آن‌ها آمده است.

۱۰۰ انسان و لیستی از نام‌های ۱۰۰ حیوان وجود دارد. هر انسان نام دقیقاً ۱۰ حیوان را می‌داند و نام هر حیوان را دقیقاً ۱۰ انسان می‌دانند. هیچ دو انسانی دقیقاً ۱۰ نام مشابه را نمی‌دانند. آن‌ها می‌خواهند نام حیوانات را روی تخته بنویسند و از نوشتن نام‌های تکراری پرهیز کنند. برای این منظور تعدادی بازی طراحی کرده‌اند.

با توجه به توضیحات بالا به ۳ سؤال زیر پاسخ دهید

۲۴) در بازی «نویسی می‌بازی» انسان‌ها در یک صف قرار می‌گیرند و هر کس در نوبت خود نام حیواناتی را که می‌داند و هنوز روی تخته نیستند، روی تخته می‌نویسد. هرکس در نوبت خود نتواند نام حیواناتی را به تخته اضافه کند بازنده است.

وقتی نوبت همه انسان‌ها تمام شد تعداد بازنده‌ها چند عدد مختلف می‌تواند باشد؟

(۱) ۸۰ (۲) ۸۱ (۳) ۸۹ (۴) ۸۲ (۵) ۹۰

۲۵) در بازی «نویس ولی می‌بازی» انسان‌ها در یک صف قرار می‌گیرند و هر کس در نوبت خود نام حیواناتی را که می‌داند و هنوز روی تخته نیستند، روی تخته می‌نویسد و اگر حداقل نام یکی از حیواناتی را که می‌داند قبلاً روی تخته نوشته باشند، می‌بازد.

وقتی نوبت همه انسان‌ها تمام شد تعداد بازنده‌ها چند عدد مختلف می‌تواند باشد؟

(۱) ۹۹ (۲) ۸۰ (۳) ۱۰ (۴) ۹۰ (۵) ۸۱

۲۶) در بازی «ببازی نمی‌نویسی» انسان‌ها در یک صف قرار می‌گیرند و هر کس در نوبت خود اگر حداقل نام یکی از حیواناتی را که می‌داند قبلاً روی تخته نوشته باشند، می‌بازد و چیزی روی تخته نمی‌نویسد. در غیر این صورت نام حیواناتی را که می‌داند روی تخته می‌نویسد.

وقتی نوبت همه انسان‌ها تمام شد، تعداد حیوانات روی تخته چند عدد مختلف می‌تواند باشد؟

(۱) ۱۰ (۲) ۹۱ (۳) ۹ (۴) ۱ (۵) ۹۰



مرحله‌ی اول بیست و سومین المپیاد کامپیوتر کشور

نازخیکول یک کیسه شامل ۲۲ تيله سفید و ۳۳ تيله سیاه دارد. تا زمانی که بیش از ۱ تيله در کیسه وجود داشته باشد، در هر مرحله نازخیکول بدون نگاه کردن به تيله‌ها دو تيله را به صورت تصادفی از کیسه خارج می‌کند و با توجه به رنگ آن‌ها، یکی از اعمال زیر را انجام می‌دهد:

- اگر هر دو تيله سفید بودند، هر دو تيله را دور می‌اندازد.
- اگر هر دو تيله سیاه بودند، یک تيله را دور می‌اندازد و دیگری را به کیسه باز می‌گرداند.
- اگر یک تيله سفید و یک تيله سیاه بود، تيله سفید را به کیسه بر می‌گرداند و تيله سیاه را دور می‌اندازد.

با توجه به توضیحات بالا به ۲ سؤال زیر پاسخ دهید

۲۷) حداقل و حداکثر چند مرحله طول می‌کشد تا نازخیکول متوقف شود (زمانی که حداکثر ۱ تيله در کیسه وجود داشته باشد)؟

- ۴۴، ۴۳ (۵)      ۴۵، ۴۴ (۴)      ۴۴، ۴۴ (۳)      ۴۵، ۴۳ (۲)      ۴۳، ۴۳ (۱)

۲۸) کدام گزاره در مورد حالت نهایی درست است؟

- (۱) در حالت پایانی حتماً یک تيله سفید در کیسه وجود دارد
- (۲) در حالت پایانی حتماً یک تيله سیاه در کیسه وجود دارد
- (۳) کیسه حتماً خالی می‌شود
- (۴) در صورت خالی نشدن کیسه، رنگ تيله پایانی حتماً سیاه است
- (۵) هیچکدام

یک جایگشت از اعداد ۱ تا  $n$  یک لیست از اعداد ۱ تا  $n$  است که هر عدد دقیقاً یک بار در آن ظاهر شده است. برای مثال  $> ۱, ۵, ۳, ۴, ۲ <$  یک جایگشت از اعداد ۱ تا ۵ است. رنگ‌آمیزی معتبر برای یک جایگشت، رنگ‌آمیزی‌ای است که شرایط زیر را داشته باشد:

- دو عدد مجاور هم در جایگشت هم‌رنگ نباشند.
  - دو عدد که اختلاف آن‌ها برابر با ۱ است هم‌رنگ نباشد.
- عدد رنگی یک جایگشت برابر است با حداقل تعداد رنگ‌های متفاوتی که برای رنگ‌آمیزی معتبر اعداد آن جایگشت لازم است.

با توجه به توضیحات بالا به ۳ سؤال زیر پاسخ دهید

۲۹) عدد رنگی جایگشت  $> ۱, ۵, ۲, ۴, ۶, ۳ <$  چند است؟

- ۴ (۵)      ۳ (۴)      ۵ (۳)      ۲ (۲)      ۱ (۱)

۳۰) در میان تمام جایگشت‌های اعداد ۱ تا ۶ عدد رنگی چند جایگشت برابر با ۲ است؟

- ۱۲۵ (۵)      ۰ (۴)      ۳۶ (۳)      ۶۲۵ (۲)      ۷۲ (۱)

۳۱) بیشترین عدد رنگی بین همه جایگشت‌های اعداد ۱ تا ۷ چند است؟

- ۳ (۵)      ۲ (۴)      ۵ (۳)      ۴ (۲)      ۶ (۱)



مرحله‌ی اول بیست و سومین المپیاد کامپیوتر کشور

تپلوس‌ها موجوداتی هستند که بین هر جفت از آن‌ها یک رابطه‌ی دو طرفه‌ی دوستی یا دشمنی برقرار است. ویژگی جالب این موجودات این است که به ازای هر سه تپلوس دلخواهی، یا هر سه با هم دوست‌اند یا دو نفرشان که با هم دوست‌اند، هر دو با نفر سوم دشمن‌اند.

با توجه به توضیحات بالا به ۲ سؤال زیر پاسخ دهید.

(۳۲) جمشید سیاره‌ای متعلق به تپلوس‌ها کشف کرده است که در آن دقیقاً ۱۲ رابطه‌ی دشمنی وجود دارد. حداقل چند تپلوس در این سیاره زندگی می‌کند؟

- ۸ (۱)      ۹ (۲)      ۶ (۳)      ۵ (۴)      ۷ (۵)

(۳۳) تحقیقات اخیر جمشید نشان می‌دهد که در سیاره‌ای جدید، ۹ تپلوس با نام‌های  $T_1$  تا  $T_9$  زندگی می‌کنند. همچنین او فهمیده است که  $T_1$  و  $T_2$  با هم دشمن،  $T_2$  و  $T_3$  با هم دشمن و  $T_4$  و  $T_5$  هم با هم دشمن‌اند. با این اطلاعات روابط دوستی و دشمنی بین این ۹ تپلوس به چند شکل مختلف می‌تواند باشد؟

- ۳۲ (۱)      ۵۶ (۲)      ۲۸ (۳)      ۶۴ (۴)      ۱۳ (۵)



شکل روبرو کشور خیکولند را نشان می‌دهد که از ۱۸ قبیله تشکیل شده و قلمروی هر قبیله به شکل یک ۶-ضلعی است. طبق یک آیین دیرینه صبح روز مرحله‌ی اول هر قبیله به تعدادی از همسایه‌های خود حمله می‌کند. در شکل عدد روی قلمروی هر قبیله نشان دهنده‌ی تعداد قبایلی است که این قبیله به آن‌ها حمله خواهد کرد. دو قبیله همسایه‌اند اگر و تنها اگر یک ضلع مشترک داشته باشند. یک قبیله تنها نامیده می‌شود اگر از طرف همه‌ی همسایه‌های خود مورد حمله قرار بگیرد.

با توجه به توضیحات بالا به ۲ سؤال زیر پاسخ دهید.

(۳۴) حداقل چند قبیله‌ی تنها وجود دارد؟

- ۱ (۱)      ۰ (۲)      ۱۸ (۳)      ۶ (۴)      ۲ (۵)

(۳۵) حداکثر چند قبیله‌ی تنها وجود دارد؟

- ۱۲ (۱)      ۶ (۲)      ۱۸ (۳)      ۱۳ (۴)      ۱۵ (۵)



باشگاه دانش پژوهان جوان

باسمه تعالی  
جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
مرکز ملی پرورش استعدادهاى درخشان و دانش پژوهان جوان  
معاونت دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

### دفترچه سوالات مرحله اول

بیست و ششمین دوره المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۱

صبح - ساعت : ۹:۰۰

کد دفترچه : ۱

مدت آزمون (دقیقه)	تعداد سوالات	
	مساله های کوتاه	چندگزینه ای
۲۱۰	۷	۳۳

#### توضیحات مهم

#### استفاده از ماشین حساب ممنوع است.

- کد برگه سوالات شما ۱ است. این کد را در محل مربوط روی پاسخنامه علامت بزنید. در غیر این صورت پاسخنامه شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد برگه سوالات شما که در زیر هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکی باشد.
- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه و وجود همه برگه‌های دفترچه سوالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
- یک برگ پاسخنامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسوول جلسه را مطلع کنید.
- برگه پاسخنامه را دستگاه تصحیح می‌کند. پس آن را تا نکتید و تمیز نگه دارید و بعلاوه پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- در سوال‌های چند گزینه‌ای به هر پاسخ درست نمره مثبت و به هر پاسخ نادرست نمره منفی تعلق می‌گیرد. نمره مثبت و منفی هر سوال در پرانتز مقابل همان سوال نوشته شده است. مساله‌های کوتاه نمره منفی ندارند.
- همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکتید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان سال اول و دوم دبیرستان صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تالیستانی از بین دانش‌آموزان پایه سوم دبیرستان انتخاب می‌شوند.
- داوطلبانی می‌توانند دفترچه سوالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند. در غیر این صورت دفترچه باید همراه پاسخنامه تحویل شود.

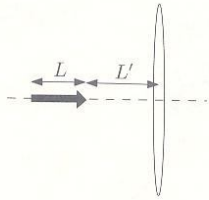
کلیه حقوق این سوالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.

آدرس سایت اینترنتی: [www.yssc.ac.ir](http://www.yssc.ac.ir)

در همه‌ی مسئله‌ها شتاب گرانش در سطح زمین را  $10 \text{ m/s}^2$  بگیرید.

(۱) مدادی به طول  $L$  مطابق شکل بر محور اصلی عدسی همگرای نازکی به فاصله‌ی کانونی  $f$  منطبق است. فاصله‌ی نوک مداد تا عدسی  $L'$  است. اگر طول تصویر حقیقی مداد با طول مداد برابر باشد مقدار  $f$  کدام است؟

(+۳, -۱)



(۱)  $\frac{L(L+L')}{2L+L'}$

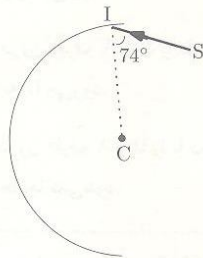
(۲)  $\frac{L'(2L+L')}{L+2L'}$

(۳)  $\frac{L(L+2L')}{2L+L'}$

(۴)  $\frac{L'(L+L')}{L+2L'}$

(۲) سطح داخلی نیم‌استوانه‌ای که در شکل مقطع آن نشان داده شده آینه است. نقطه‌ی  $C$  در شکل، مقطع محور نیم‌استوانه است. پرتو  $SI$  واقع در صفحه‌ی عمود بر محور استوانه به سطح داخلی استوانه و نزدیک به لبه‌ی بالایی با زاویه‌ی  $74^\circ$  می‌تابد. این پرتو پس از چند بار بازتاب نیم‌استوانه را ترک می‌کند؟

(+۳, -۱)



(۱) ۴

(۲) ۵

(۳) ۶

(۴) ۷

(۳) یک باتری با نیروی محرکه‌ی  $\mathcal{E}$ ، یک مقاومت خطی  $R$  و یک خازن مسطح با ظرفیت  $C$  به طور متوالی به هم بسته شده و مدار بسته‌ای را تشکیل داده‌اند. یک تیغه‌ی نارسانا با ثابت دی‌الکتریک  $K$  بین دو صفحه‌ی خازن قرار دارد و فضای بین دو صفحه را کاملاً پر کرده است. پس از پر شدن خازن و قطع جریان الکتریکی در مدار با انجام کاری به اندازه‌ی  $W$  روی خازن تیغه‌ی نارسانا را به سرعت از بین دو صفحه‌ی خازن خارج می‌کنیم. فرض کنید این فرایند به اندازه‌ای سریع است که بار روی خازن تغییر نمی‌کند. سپس صبر می‌کنیم تا جریان الکتریکی قطع گردد. در این فرایند گرمای  $Q$  در مقاومت تولید می‌شود. نسبت  $\frac{Q}{W}$  چقدر است؟

(+۴, -۱)

(۱)  $\frac{K-1}{K}$  (۲)  $\frac{K+1}{K}$  (۳)  $\frac{1}{2}(K^2-1)$  (۴)  $\frac{K-1}{K+1}$  (۵)  $\frac{K+1}{K-1}$

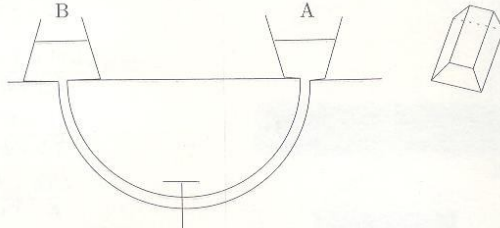


کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

۲

(۴) ظرف‌های A و B به شکل دو منشور مشابه هستند که در شکل مقطع آن‌ها به صورت دو دوزنقه‌ی متساوی‌الساقین نشان داده شده است. کف دو ظرف و سطح آب در هر دو ظرف هم‌تراز هستند و دمای آب دو ظرف یکسان است. دو ظرف با لوله‌ای که در وسط آن شیری قرار دارد به هم مرتبط‌اند. در هر یک از ظرف‌ها یک گرم‌کن الکتریکی قرار داده شده است. شیر در ابتدا بسته است. با صرف‌نظر از انبساط ظرف‌ها و انتقال گرما به وسیله‌ی لوله و آب داخل آن کدام گزینه درست است؟

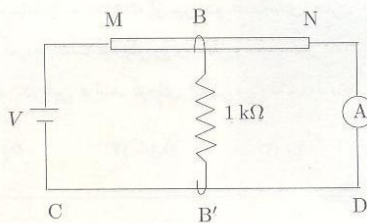
(+۳, -۱)



- (۱) اگر فقط آب درون ظرف A را گرم کنیم و سپس شیر را باز کنیم مقداری آب از ظرف B به ظرف A وارد می‌شود.
- (۲) اگر فقط آب درون ظرف B را گرم کنیم و سپس شیر را باز کنیم مقداری آب از ظرف A به ظرف B وارد می‌شود.
- (۳) اگر آب درون ظرف A و B را تا دمای مساوی گرم کنیم و سپس شیر را باز کنیم آب از ظرف A به B می‌رود.
- (۴) اگر آب درون ظرف A و B را تا دمای مساوی گرم کنیم و سپس شیر را باز کنیم آب درون ظرف‌ها جابجا نمی‌شود.

(۵) مقاومت الکتریکی میله‌ی همگن و یکنواخت MN برابر  $1 \text{ k}\Omega$  است. اتصال‌های B و B' به ترتیب روی سیم MN و سیم بدون مقاومت CD جابجا می‌شوند و بین آن‌ها مقاومت الکتریکی ثابت  $1 \text{ k}\Omega$  قرار دارد. اتصال B سیم MN را به دو مقاومت تقسیم می‌کند. اگر کمترین جریان الکتریکی که از آمپرسنج A می‌گذرد  $I_{\min}$  باشد، کمیت  $\frac{V}{I_{\min}}$  کدام گزینه است؟

(+۳, -۱)



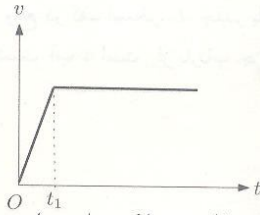
- (۱)  $\frac{5}{3} \text{ k}\Omega$
- (۲)  $\frac{4}{5} \text{ k}\Omega$
- (۳)  $\frac{3}{4} \text{ k}\Omega$
- (۴)  $\frac{4}{3} \text{ k}\Omega$



کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

۳

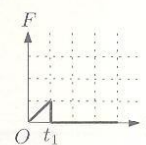
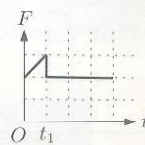
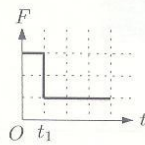
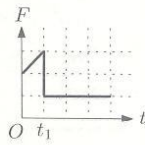
۶) نمودار سرعت - زمان خودرویی که در جاده‌ای افقی و مستقیم حرکت می‌کند مطابق شکل است.



در تمام مدت، خودرو با نیروی مقاومت هوا که متناسب با سرعت آن است مواجه است. کدام

(+۳, -۱)

نمودار می‌تواند نیروی موتور بر حسب زمان را نشان دهد؟



(۴)

(۳)

(۲)

(۱)

۷) فرض کنید الکترونی حول پروتون ساکنی بر روی دایره‌ای به شعاع  $\frac{5}{\pi}$  آنگستروم

می‌چرخد. میدان مغناطیسی ایجاد شده در محل پروتون به کدام گزینه

نزدیک‌تر است؟

$$m_e = 9/1 \times 10^{-31} \text{ kg}, \quad e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9/0 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2, \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$$

(+۳, -۱)

۱۵۰ T (۴)

۱۵ T (۳)

۱/۵ T (۲)

۰/۱۵ T (۱)

۸) فرض کنید سیاره‌ی تیر و زمین روی مدارهای دایره‌ای در یک صفحه و هر دو در یک جهت حول

خورشید می‌چرخند. دوره‌ی تناوب تیر تقریباً  $90^\circ$  روز و دوره‌ی تناوب زمین تقریباً  $360^\circ$  روز

است. وضعیتی که دو سیاره در نزدیک‌ترین فاصله از هم هستند را مقارنه‌ی نزدیک و وضعیتی

که در دورترین فاصله از هم هستند را مقارنه‌ی دور می‌گویند. در یک دور چرخش زمین به دور

(+۳, -۱)

خورشید چند مقارنه‌ی نزدیک و چند مقارنه‌ی دور اتفاق می‌افتد؟

(۴) سه و سه

(۳) شش و سه

(۲) سه و شش

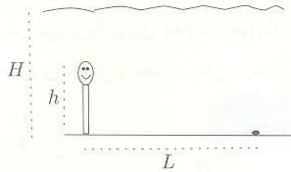
(۱) چهار و دو

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

۴

(۹) قد شناگری  $h$  است و کف استخری که عمق آب آن  $H$  ( $H > h$ ) است ایستاده است. کمترین فاصله‌ی افقی این شخص از جسمی واقع در کف استخر،  $L$ ، چقدر باشد تا بتواند تصویر آن را روی سطح آب ببیند؟ ضریب شکست آب  $n$  است. از بازتاب جزئی نور روی سطح آب چشم‌پوشی کنید.

(+۲, -۱)



$$(1) \frac{(2H+h)n}{\sqrt{n^2-1}}$$

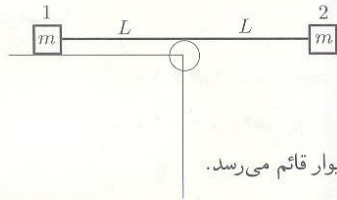
$$(2) \frac{2H-h}{\sqrt{n^2-1}}$$

$$(3) \frac{2H+h}{\sqrt{n^2-1}}$$

$$(4) \frac{(2H-h)n}{\sqrt{n^2-1}}$$

(۱۰) دو جسم کوچک ۱ و ۲ هر یک به جرم  $m$  مطابق شکل با ریسمانی به طول  $2L$  به هم متصل‌اند. جسم ۱ روی سطح افقی و بدون اصطکاک می‌زی قرار دارد. وسط ریسمان مماس بر سطح بالایی قرقه‌ی کوچکی است که در لبه‌ی میزی قرار دارد. ابتدا جسم ۲ طوری ساکن نگه داشته شده است که راستای ریسمان افقی است. در یک لحظه جسم ۲ رها می‌شود و دستگاه شروع به حرکت می‌کند. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

(+۲, -۱)



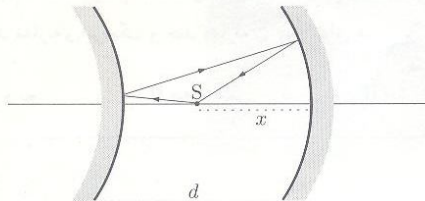
(۱) ابتدا جسم ۱ به قرقه می‌رسد.

(۲) ابتدا جسم ۲ به دیوار قائم می‌رسد.

(۳) وقتی جسم ۱ به قرقه می‌رسد، جسم ۲ نیز به دیوار قائم می‌رسد.

(۱۱) دو آینه‌ی کروی یکی مقعر و دیگری محدب روبروی هم و به فاصله‌ی  $d$  از یکدیگر قرار گرفته‌اند و محور اصلی آن‌ها بر هم منطبق است. فاصله‌ی کانونی دو آینه نیز برابر و مقدار آن  $f$  است. یک پرتو نورانی از نقطه‌ی نورانی  $S$  مطابق شکل از روی دو آینه بازمی‌تابد. به ازای  $d = 2.5f$  فاصله‌ی نقطه‌ی نورانی از آینه‌ی مقعر،  $x$ ، بر حسب  $f$  چقدر است؟ پرتوها را پیرامحوری بگیرید.

(+۲, -۱)



$$(1) 1.25f$$

$$(2) 1.5f$$

$$(3) 1.75f$$

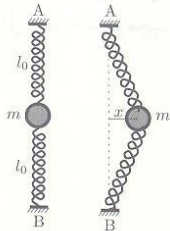
$$(4) 2f$$

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

۵

(۱۲) در یک صفحه‌ی افقی، گلوله‌ای به جرم  $m$  به دو فنر هر یک با ثابت  $k$  و طول کشیده نشده‌ی  $l_0$  بسته شده است. سر دیگر فنرها به نقطه‌های ثابت A و B وصل‌اند. اگر گلوله را به اندازه‌ی  $x$  در راستای افقی بکشیم، اندازه‌ی نیرویی که به گلوله وارد می‌شود چقدر است؟ فرض کنید  $x$  خیلی از  $l_0$  کوچکتر است. برای  $\epsilon$  کوچک می‌توان نوشت  $(1 + \epsilon)^n \approx 1 + n\epsilon$ .

(+۳، -۱)



$$2kx \quad (1)$$

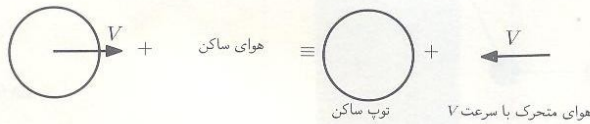
$$\frac{1}{4}kx \quad (2)$$

$$\frac{kx^2}{l_0^2} \quad (3)$$

$$\frac{kx^2}{l_0} \quad (4)$$

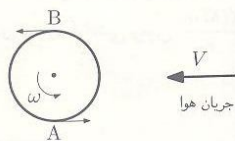
(۱۳) اگر سرعت یک توده‌ی کوچک هوا،  $v$ ، حین حرکت در ارتفاع ثابتی از سطح زمین تغییر کند بنا بر قانون برنولی فشار آن به نحوی تغییر می‌کند که کمیت  $P + \frac{1}{2}\rho v^2$  ثابت بماند.  $P$  فشار،  $\rho$  چگالی و  $v$  سرعت هوا است.

توپ‌ی را در نظر بگیرید که با سرعت  $V$  در هوا حرکت می‌کند. این حرکت مشابه آن است که جریان هوا در جهت مخالف با همان سرعت  $V$  از روی توپ ساکن عبور کند. در این صورت فشار هوا در نقاط دور از توپ  $P_0$  و سرعت آن  $V$  است.



فرض کنید شعاع توپ  $a$  باشد و با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  دور خود بچرخد. شکل زیر تصویر توپ را از بالا نشان می‌دهد. فرض کنید جریان هوایی که از کنار نقطه‌ی A عبور می‌کند سرعت‌اش  $V - a\omega$  می‌شود و جریان هوایی که از کنار نقطه‌ی B عبور می‌کند سرعت‌اش  $V + a\omega$  می‌شود.

(+۳، -۱)



$$\frac{V - a\omega}{V + a\omega} \quad (1)$$

$$\frac{2V - a\omega}{2V + a\omega} \quad (2)$$

$$\frac{2P_0 - \rho(V - a\omega)^2}{2P_0 - \rho(V + a\omega)^2} \quad (3)$$

$$\frac{2P_0 + \rho a\omega(2V - a\omega)}{2P_0 - \rho a\omega(2V + a\omega)} \quad (4)$$

نسبت  $\frac{P_A}{P_B}$  کدام گزینه است؟

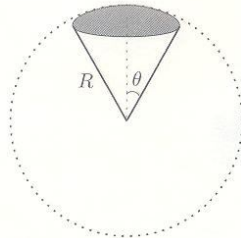
کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

۶

(۱۴) یک ماهواره‌ی مخابراتی هر ۲۴ ساعت یک بار به دور زمین می‌گردد و همواره بالای یک نقطه‌ی ثابت از استوای زمین قرار دارد. چنین ماهواره‌ای حداکثر چند درصد از سطح کره زمین را می‌تواند پوشش دهد؟ شعاع زمین را  $6400 \text{ km}$  و شتاب گرانش در سطح زمین را  $10 \text{ m/s}^2$  در نظر بگیرید.

مطابق شکل مساحت عرقچین کروی نشان داده شده در شکل  $2\pi R^2(1 - \cos \theta)$  است.

(+۲, -۱)



$$\sqrt{2\pi^2} = 2,7$$

۲۸ (۱)

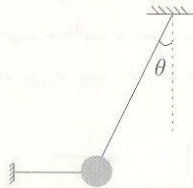
۳۵ (۲)

۴۲ (۳)

۴۹ (۴)

(۱۵) گلوله‌ای مطابق شکل به وسیله‌ی دو نخ سبک به سقف و دیوار بسته شده و ساکن است. نخ افقی را می‌بریم و در نتیجه گلوله شروع به نوسان می‌کند. نسبت نیروی کشش نخ بسته به سقف درست بعد از قطع نخ افقی به نیروی کشش همان نخ درست قبل از قطع نخ افقی چقدر است؟

(+۲, -۱)



۱ (۱)

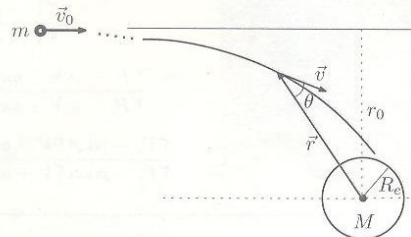
$\cos \theta$  (۲)

$\cos^2 \theta$  (۳)

$\sin \theta \cos \theta$  (۴)

(۱۶) شهاب‌سنگی به جرم  $m$  مطابق شکل از فاصله‌ی بسیار دوری که نیروی گرانش قابل چشم‌پوشی است با سرعت  $v_0$  به سمت زمین می‌آید. در حضور نیروی گرانش کمیت  $L = mvr \sin \theta$  تکانه زاویه‌ای شهاب‌سنگ نسبت به زمین است و در تمام مدت حرکت شهاب‌سنگ پایسته است. با نزدیک شدن شهاب‌سنگ به زمین نیروی گرانش آن را از مسیر مستقیم اولیه منحرف و به سمت خود می‌کشد. حداقل  $r_0$  چقدر باشد تا شهاب‌سنگ به زمین اصابت نکند. انرژی پتانسیل شهاب‌سنگ در میدان گرانشی زمین  $-\frac{GMm}{r}$  است که  $G$  ثابت گرانش و  $M$  جرم زمین است.

(+۲, -۱)



$R_e$  (۱)

$R_e \sqrt{1 + \frac{2GM}{R_e v_0^2}}$  (۲)

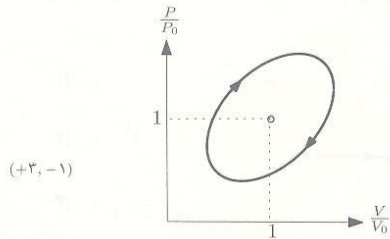
$R_e \left(1 + \frac{2GM}{R_e v_0^2}\right)$  (۳)



کد برگه‌ی سوال‌ها ۱

۷

(۱۷) یک گاز کامل چرخه‌ای به شکل بیضی را طی می‌کند. مطابق شکل قطر بزرگ‌تر بیضی بر نیمساز ناحیه‌ی اول منطبق است و طول آن  $\sqrt{3}$  است. بازده ماشین کارنویی که بین بیشترین و کمترین دمای موجود در این چرخه کار می‌کند چقدر است؟



(۱) ۰٫۱۱

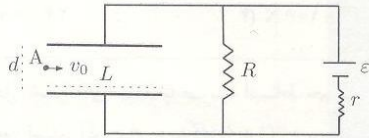
(۲) ۰٫۶۷

(۳) ۰٫۷۷

(۴) ۰٫۸۹

(۱۸) فاصله‌ی صفحه‌های یک خازن تخت  $d$  و طول هر یک از صفحه‌ها  $L$  است. این خازن مطابق

شکل در مدار قرار دارد و کاملاً پر شده است. الکترونی به جرم  $m$  و بار الکتریکی  $e$  از نقطه‌ی  $A$  واقع در لبه‌ی چپ خازن و وسط دو صفحه با سرعت اولیه‌ی افقی  $v_0$  شلیک می‌شود. تناژات زاویه‌ی بردار سرعت الکترون هنگام خروج از خازن با امتداد اولیه‌ی حرکت الکترون چقدر است؟ فرض کنید سرعت اولیه‌ی الکترون طوری است که به صفحه‌ی خازن برخورد نمی‌کند.

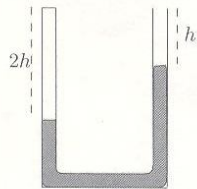


(۱)  $\frac{d}{2L}$  (۲)  $\frac{eL}{mv_0^2 d}$  (۳)  $\frac{eL}{2mv_0^2 d}$  (۴)  $\frac{eL}{mv_0^2 d(R+r)}$  (۵)  $\frac{eL}{2mv_0^2 d(R+r)}$

(۱۹) در شکل، یک لوله‌ی U شکل محتوی جیوه نشان داده شده است که انتهای سمت چپ آن بسته

است. در حالت معمول که فشار هوای بیرون  $P_0$  است سطح آزاد جیوه در سمت راست و چپ لوله به ترتیب در فاصله‌ی  $h$  و  $2h$  از انتهای لوله قرار دارد. اگر این لوله‌ی محتوی جیوه در آسانسوری قرار گیرد که با شتاب رو به بالای  $g/2$  حرکت می‌کند سطح جیوه در دو لوله جابجا خواهد شد. اگر  $h = \frac{P_0}{\rho g}$  باشد اختلاف سطح جیوه در دو طرف در این حالت کدام است؟ فرض کنید در حین تغییر حجم گاز محبوس در سمت چپ لوله دمای آن ثابت می‌ماند.

(+۳، -۱)



(۱)  $24h$

(۲)  $48h$

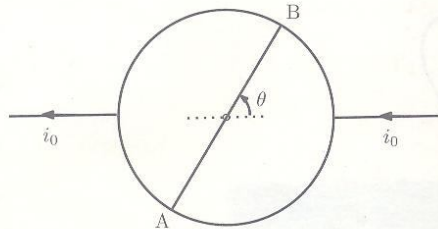
(۳)  $76h$

(۴)  $h$

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

۸

۲۰) مطابق شکل از یک سیم رسانای یکنواخت مقاومت‌دار یک حلقه‌ی دایره‌ای و یک قطعه مستقیم AB که طول‌اش با قطر دایره برابر است ساخته‌ایم. اگر جریان الکتریکی ورودی به حلقه  $i_0$  باشد جریان گذرنده از قطعه‌ی AB بر حسب زاویه‌ی  $\theta$  نشان داده شده در شکل چقدر است؟ (+۲، -۱)



(۱)

(۲)  $\frac{\theta}{\pi - \theta} i_0$

(۳)  $\frac{\pi - 2\theta}{\pi + 2} i_0$

(۴)  $\frac{\pi - 2\theta}{\pi + 4} i_0$

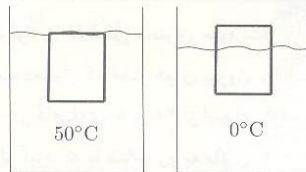
۲۱) اگر تابش الکترومغناطیسی با شدت  $I$  بر سطحی بتابد و کاملاً جذب شود نیروی وارد بر واحد سطح  $\frac{I}{c} \cos \theta$  است که  $c$  سرعت نور و  $\theta$  زاویه‌ی بین امتداد تابش با امتداد عمود بر سطح است. توان تابشی خورشید  $3/9 \times 10^{26} \text{ W}$  است. نیروی تابشی وارد بر کره‌ی زمین به شعاع  $6/4 \times 10^6 \text{ m}$  که به فاصله‌ی  $1/5 \times 10^{11} \text{ m}$  از خورشید قرار دارد چقدر است؟ (+۲، -۱)

(۳)  $6/0 \times 10^8 \text{ N}$

(۲)  $12 \times 10^8 \text{ N}$

(۱)  $24 \times 10^8 \text{ N}$

۲۲) مطابق شکل، استوانه‌ای جامد با ضریب انبساط حجمی  $\beta_v = 3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  در آب  $50^\circ\text{C}$  کاملاً غوطه‌ور است. اگر دمای دستگاه را به  $0^\circ\text{C}$  برسانیم بخشی از استوانه از آب خارج می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی آب  $\beta_w = 8 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$  باشد چند درصد از ارتفاع استوانه از آب خارج می‌شود؟ (+۲، -۱)



(۱) ۰٫۳۹

(۲) ۰٫۴۲

(۳) ۰٫۷۸

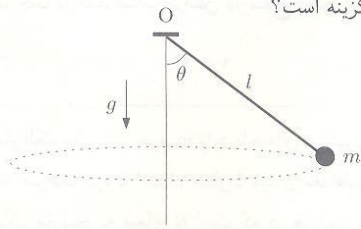
(۴) ۰٫۸۴

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

۲۳) گلوله کوچکی به جرم  $m = 20 \text{ g}$  در انتهای نخ‌ی به طول  $l = 50 \text{ cm}$  بسته شده است. انتهای

دیگر نخ به نقطه O بسته شده و گلوله در صفحه افقی می‌چرخد، به طوری که زاویه نخ با امتداد

(+۳, -۱)



قائم  $\theta = 60^\circ$  است. انرژی جنبشی گلوله کدام گزینه است؟

(۱)  $150 \text{ mJ}$

(۲)  $86 \text{ mJ}$

(۳)  $75 \text{ mJ}$

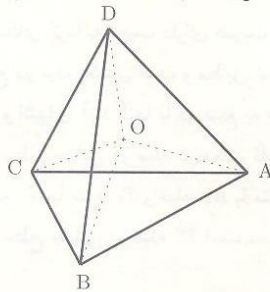
(۴)  $30 \text{ mJ}$

۲۴) روی هر کدام از بالهای چهاروجهی ABCD مقاومت  $2R$  و روی هر کدام از خطوطی که از

مرکز چهاروجهی، نقطه O، به رئوس آن وصل می‌شود مقاومت  $R$  بسته شده است. مقاومت

(+۳, -۱)

معادل بین نقاط O و A کدام است؟



(۱)  $R/2$

(۲)  $R$

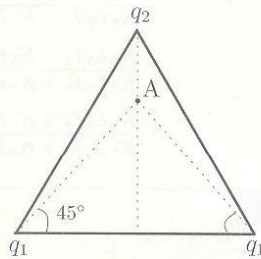
(۳)  $3R/2$

(۴)  $2R$

۲۵) مطابق شکل بر روی رأس‌های یک مثلث متساوی‌الاضلاع بارهای  $q_1$ ،  $q_1$  و  $q_2$  قرار دارند. در

(+۴, -۱)

نقطه A میدان الکتریکی صفر است. نسبت  $q_2/q_1$  کدام گزینه است؟



(۱) ۱

(۲)  $\sqrt{2}$

(۳)  $\sqrt{2}(2 - \sqrt{3})$

(۴)  $2\sqrt{2}(2 - \sqrt{3})$

(۵)  $\sqrt{2}(2 + \sqrt{3})$



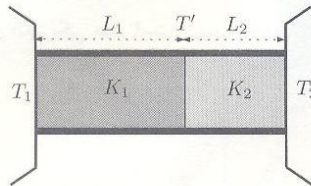
کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

۱۰

- (۲۶) فلیکس بامگارتنر، چترباز ماجراجوی اتریشی بیست و سوم مهرماه سال ۱۳۹۱ از ارتفاع ۳۹ کیلومتری سطح زمین به پایین پرید. تفاوت شتاب گرانش در آن ارتفاع با شتاب گرانش در سطح زمین تقریباً چند درصد شتاب گرانش در سطح زمین است؟ شعاع زمین ۶۴۰۰ km است. (+۳، -۱)
- (۱) ۲/۴ (۲) ۱/۲ (۳) ۰/۶ (۴) ۰/۳

- (۲۷) ذره‌ای با بار الکتریکی  $q$  و جرم  $m$  وارد ناحیه‌ای می‌شود که در آن میدان مغناطیسی یکنواخت  $B$  برقرار است. سرعت ذره با امتداد خطوط میدان مغناطیسی زاویه  $۳۰$  درجه می‌سازد. در نتیجه، مسیر آن یک مارپیچ به شعاع  $R$  است که در هر دور چرخش، ذره به اندازه طول  $D$  در امتداد خطوط میدان جابه‌جا می‌شود. نسبت  $D/R$  کدام گزینه است؟ (+۳، -۱)
- (۱)  $۲\sqrt{۳}\pi/۳$  (۲)  $۲\sqrt{۳}\pi$  (۳)  $\sqrt{۳}\pi$  (۴)  $\pi$

- (۲۸) دو میله رسانای گرما به ترتیب دارای ضریب هدایت گرمایی  $K_۱$  و  $K_۲$  و طول  $L_۱$  و  $L_۲$  هستند. سطح مقطع دو میله یکسان است و مطابق شکل به هم متصل‌اند. سطح جانبی میله‌ها از محیط عایق شده و انتهای آزاد آنها با دو منبع به دماهای ثابت  $T_۱$  و  $T_۲$  در تماس حرارتی است. در حالت پایا سطح جدایی دو میله در دمای ثابت  $T'$  قرار دارد. جای میله‌ها را عوض می‌کنیم تا این بار میله  $K_۱$  با منبع  $T_۲$  و میله  $K_۲$  با منبع  $T_۱$  در تماس باشد. در این وضعیت و در حالت پایا دما در سطح جدایی دو میله  $T''$  است. نسبت  $T''/T'$  کدام گزینه است؟ (+۴، -۱)

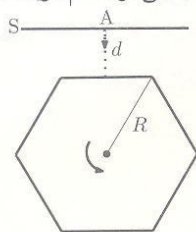


- (۱) ۱
- (۲)  $\frac{K_۲L_۲T_۲ + K_۱L_۱T_۱}{K_۲L_۲T_۱ + K_۱L_۱T_۲}$
- (۳)  $\frac{K_۲L_۲T_۱ + K_۱L_۱T_۲}{K_۲L_۲T_۲ + K_۱L_۱T_۱}$
- (۴)  $\frac{K_۲L_۱T_۱ + K_۱L_۲T_۲}{K_۲L_۱T_۲ + K_۱L_۲T_۱}$
- (۵)  $\frac{K_۲L_۱T_۲ + K_۱L_۲T_۱}{K_۲L_۱T_۱ + K_۱L_۲T_۲}$

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

۱۱

(۲۹) دیواره‌های خارجی منشور قائمی آینه است. مقطع منشور یک شش ضلعی منتظم است که فاصله‌ی مرکز تا رئوس آن  $R$  است. منشور بدون آن که با پرده برخورد کند حول محور تقارنش می‌چرخد. در شکل، دستگاه در لحظه‌ای نشان داده شده که یکی از وجوه آن به موازات پرده ثابت  $S$  قرار دارد و باریکه‌ای عمود بر آن از نقطه  $A$  تابیده است. فاصله پرده از این وجه در لحظه مذکور  $d$  است. طول محدوده‌ای که نور بازتابیده روی پرده جابه‌جا می‌شود کدام گزینه است؟ (+۴، -۱)



(۱)  $2R$

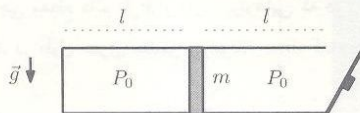
(۲)  $2\sqrt{3}d$

(۳)  $4\sqrt{3}d/3$

(۴)  $R + 2\sqrt{3}d/3$

(۵)  $2\sqrt{3}(d - R) + 2R$

(۳۰) ظرفی استوانه‌ای توسط یک پیستون متحرک به جرم  $m$  به دو بخش تقسیم شده که طول هر کدام  $l$  است. در ابتدا استوانه افقی است و فشار هوای محبوس در سمت چپ همان فشار هوا،  $P_0$  است. اگر درحالی که در ظرف در سمت راست باز است دما را ثابت نگه داریم و استوانه را  $90^\circ$  درجه بچرخانیم تا در راستای قائم قرار گیرد و قسمت باز ظرف به طرف بالا باشد، پیستون به اندازه  $2l/3$  پایین می‌آید. اگر همین کار را در حالی انجام دهیم که در ظرف بسته است پیستون چقدر پایین می‌آید؟ (+۳، -۱)



(۱)  $2l/3$

(۲)  $(\sqrt{5} - 1)l/2$

(۳)  $(\sqrt{13} - 2)l/3$

(۴)  $(\sqrt{2} - 1)l$

(۳۱) مسیر هر سیاره دور خورشید یک بیضی است که خورشید در یکی از کانون‌های آن است. بنا به قانون سوم کپلر برای سیاره‌ای که در یک مدار بیضی شکل حول خورشید می‌چرخد بین زمان تناوب حرکت سیاره،  $T$ ، و طول نیم قطر بزرگ بیضی،  $a$ ، رابطه‌ی تقریبی  $T^2 = \frac{4\pi^2}{MG} a^3$  برقرار است که  $M$  جرم خورشید و  $G$  ثابت گرانش است. مدار زمین دور خورشید تقریباً دایره است. فرض کنید زمین در حین حرکت به دور خورشید ناگهان متوقف شود. چند روز طول می‌کشد تا زمین در اثر نیروی گرانش به خورشید برخورد کند؟ حرکت سقوطی زمین به سوی خورشید را یک بیضی کشیده بگردید که کانون آن در یک انتها قرار دارد. از شعاع خورشید و زمین چشم پوشید. (+۳، -۱)

(۴) ۱۲۹ روز

(۳) ۹۱ روز

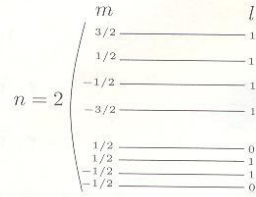
(۲) ۶۵ روز

(۱) ۵۸ روز

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

(۳۲) حالت‌های مانای اتم هیدروژن که یک میدان مغناطیسی ضعیف به آن اعمال شده در شکل نشان داده شده است. حالت‌های  $n = 1$  حالت‌های پایه و حالت‌های  $n = 2$  حالت‌های برانگیخته‌اند که با  $l$  و  $m$  در شکل مشخص شده‌اند. اتم هیدروژن می‌تواند از یکی از حالت‌های  $n = 2$  به یکی از حالت‌های  $n = 1$  گذار کند. این گذار به شرطی اتفاق می‌افتد که  $\Delta l = \pm 1$  و  $\Delta m = \pm 1, 0$  باشد.  $\Delta l$  اختلاف  $l$  دو حالت و  $\Delta m$  اختلاف  $m$  دو حالت است. تعداد گذارهای ممکن چند تا است؟

(+۳, -۱)

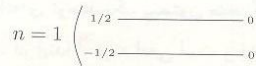


۸ (۱)

۱۰ (۲)

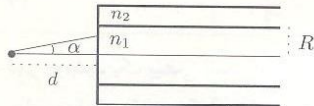
۱۲ (۳)

۱۴ (۴)



(۳۳) یک نوع تار نوری متشکل از یک مغزی استوانه‌ای به شعاع  $R$  و ضریب شکست  $n_1$  و غلافی به ضریب شکست  $n_2$  است که اندکی از  $n_1$  کوچک‌تر است. پرتوهای نوری که با محور مغزی زاویه کوچکی می‌سازند می‌توانند ضمن انعکاس‌های متوالی روی سطح جدایی با غلاف در داخل مغزی منتشر شوند. یک چشمه نقطه‌ای نور مطابق شکل روی محور دستگاه به فاصله  $d$  از سطح خارجی مقطع قائم تار قرار دارد. پرتوهایی که در داخل مخروطی به زاویه رأس  $\alpha$  از چشمه تابیده شوند در طول مغزی منتشر می‌شوند.  $\sin \alpha$  کدام گزینه است؟

(+۳, -۱)



$\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$  (۱)

$\frac{R}{d} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$  (۲)

$\sqrt{1 - \frac{n_2^2}{n_1^2}}$  (۳)

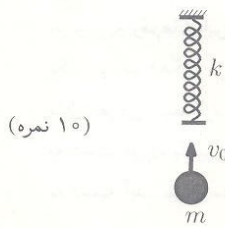
$\frac{n_1}{n_2} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$  (۴)



کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

۱۴

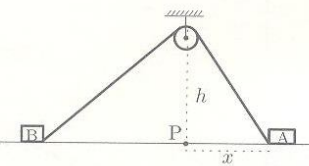
(۱) گلوله‌ی کوچکی را از ارتفاع  $h$  بالای سطح زمین در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم. گلوله پس از  $T$  ثانیه به زمین اصابت می‌کند. طول مسیری که گلوله در  $1/5$  ثانیه‌ی آخر حرکتش پیموده است معادل نصف کل طول مسیری است که گلوله پس از پرتاب پیموده است. ارتفاع محل پرتاب از سطح زمین چند متر باشد تا زمان کل حرکت گلوله،  $T$ ، بیشینه باشد؟ (۱۰ نمره)



(۱۰ نمره)

(۲) فنری به جرم ناچیز و ضریب سختی  $k = 1 \text{ N/cm}$  از سقف آویزان است. گلوله کوچکی به جرم  $m = 30 \text{ g}$  به سمت بالا پرتاب شده و در لحظه  $t = 0$  با سرعت  $v_0 = 0.3 \text{ m/s}$  به انتهای پایینی فنر برخورد می‌کند و آن را فشرده می‌سازد. زمان جدا شدن گلوله از فنر بر حسب میلی ثانیه چیست؟

(۳) دو صندوق A و B مطابق شکل با طنابی که از روی قرقره‌ی کوچکی گذشته است به هم بسته شده‌اند. طول طناب  $13/5 \text{ m}$  است و ارتفاع بالاترین نقطه‌ی قرقره از سطح زمین  $h = 4 \text{ m}$  است.

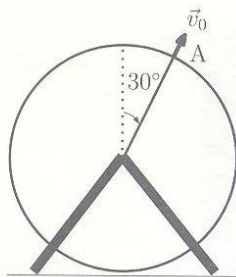


(۱۰ نمره)

در یک لحظه‌ی معین صندوق A با سرعت افقی  $0.25 \text{ m/s}$  به سمت راست حرکت می‌کند و نخ کاملاً کشیده شده است. در این لحظه فاصله‌ی افقی صندوق A از نقطه‌ی P واقع در زیر قرقره  $x = 3 \text{ m}$  است. قرقره و صندوق‌ها همواره در یک صفحه‌ی قائم قرار دارند. سرعت نزدیک شدن صندوق B به نقطه‌ی P در لحظه‌ی مورد نظر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

(۴) چرخ فلکی به شعاع  $4 \text{ m}$  در یک صفحه‌ی قائم به صورت ساعتگرد می‌چرخد. کودکی در نقطه‌ی A از مسیر چرخ فلک سنگی را به بیرون پرتاب می‌کند. راستای پرتاب سنگ از نظر کودک شعاعی است و اندازه‌ی سرعت آن  $v_0$  است، اما ناظر روی زمین راستای آن را افقی می‌بیند. سنگ پس از برخورد به زمین تا زیر نقطه‌ی پرتاب  $20 \text{ m}$  فاصله دارد.  $v_0$  بر حسب  $\text{m}^2/\text{s}^2$  چقدر است؟ پایین‌ترین نقطه‌ی چرخ فلک تقریباً نزدیک سطح زمین است.  $\sqrt{3} = 1.732$

(۱۰ نمره)



## مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید.

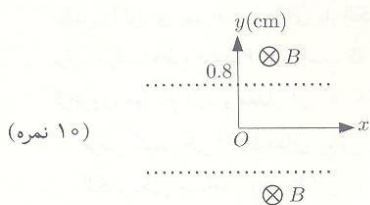
در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی‌آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد  $26.7 \mu F$  را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

دهگان	یکان
(1)	(1)
(2)	(2)
(3)	(3)
(4)	(4)
(5)	(5)
(6)	(6)
(7)	(7)
(8)	(8)
(9)	(9)
(0)	(0)

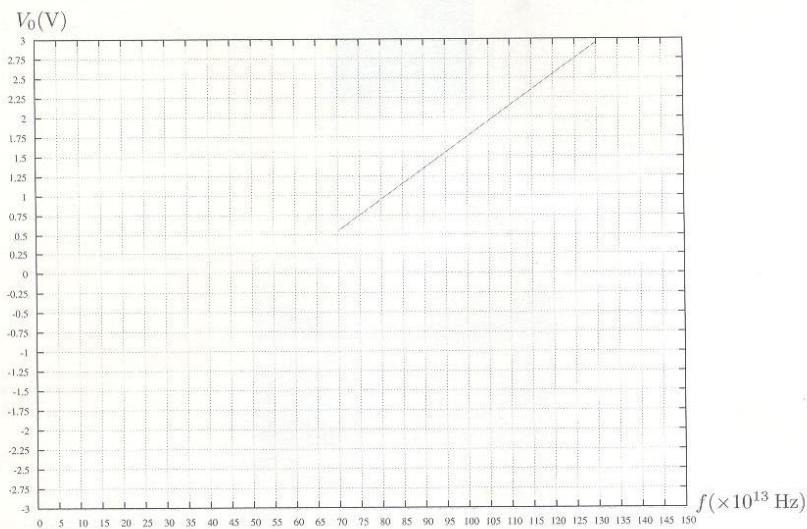
(۵) مطابق شکل بین دو صفحه‌ی فلزی تخت توری مانند موازی به فاصله‌ی  $1/6$  cm از یکدیگر اختلاف پتانسیل  $145$  mV برقرار است. در شکل مقطع صفحات فلزی با خطوط  $y = 0/8$  cm و  $y = -0/8$  cm نشان داده شده است. بیرون صفحات میدان مغناطیسی ثابت  $2 \times 10^{-4}$  T عمود بر صفحه‌ی شکل وجود دارد. الکترونی به جرم  $9/1 \times 10^{-31}$  kg و بار  $1/6 \times 10^{-19}$  C از  $1/6$  cm از حال سکون در مبدأ مختصات رها می‌شود و پس از عبور از یکی از توری‌ها و حرکت در میدان مغناطیسی دوباره به ناحیه‌ی بین دو صفحه باز می‌گردد.



(۱۰ نمره)

چه مدت زمان بر حسب  $10^{-8}$  s طول می‌کشد تا الکترون در مسیرش محور  $x$  را برای اولین بار قطع کند؟ فرض کنید به جز نیروهای الکتریکی و مغناطیسی نیروی دیگری وجود ندارد.

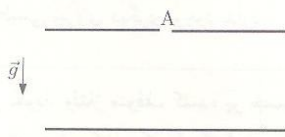
(۶) شکل زیر نمودار ولتاژ متوقف کننده بر حسب بسامد نور تابشی برای اثر فوتوالکتریک در فلز سدیم است. فرض کنید یک باریکه لیزر به شدت  $150$  W/m<sup>2</sup> را به فلز سدیم می‌تابانیم. اگر الکترون در سطحی محدود باشد که شعاع آن برابر شعاع اتم سدیم یعنی  $0/1$  nm باشد به لحاظ کلاسیکی چه مدت طول می‌کشد تا انرژی لازم برای آزاد کردن یک الکترون بر اثر تابش به سطح بتابد؟ این زمان را بر حسب میلی ثانیه حساب کنید. (لازم به ذکر است که پیش‌بینی نظریه کلاسیک در این مورد درست نیست و در عمل برای کنده شدن فوتوالکترون‌ها زمانی کمتر از  $1 \times 10^{-9}$  s لازم است.) بار الکتریکی الکترون  $1/6 \times 10^{-19}$  C است. (۱۰ نمره)





(۷) در ابتدای قرن بیستم آزمایش قطره‌ی روغن میلیکان برای توضیح کوانتومی بودن بار الکتریکی انجام شد. در این آزمایش بین دو صفحه‌ی فلزی تخت موازی یک میدان الکتریکی یکنواخت  $\vec{E}$  که قابل قطع و وصل کردن است برقرار است. از روزنه‌ی A در صفحه‌ی بالایی قطره‌های ریز روغن به وسیله‌ی یک پودرافشان بین دو صفحه پاشیده می‌شوند. قطره‌های روغن به سبب مالش با لوله‌ی پودرافشان دارای بار الکتریکی منفی می‌شوند. اندازه‌ی نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت قطره  $f = 6\pi\eta r v$  است که  $r$  شعاع قطره و  $v$  اندازه‌ی سرعت آن است.  $\eta$  ضریب گرانروی هوا نام دارد و مقدار آن  $\eta = 1.8 \times 10^{-5} \text{ N s/m}^2$  است.

فرض کنید یکی از قطره‌های روغن در غیاب میدان الکتریکی مسافت ۱۶ mm را در مدت ۱۶ s با سرعت یکنواخت سقوط می‌کند. همین قطره در حضور میدان الکتریکی یکنواخت  $1.4 \times 10^6 \text{ N/C}$  معلق می‌شود. بار الکتریکی این قطره چند برابر بار الکتریکی الکترون است؟ چگالی روغن  $0.80 \text{ g/cm}^3$  است و بار الکتریکی الکترون  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  است.

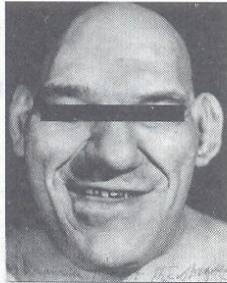


(۱۰ نمره)

۱. کدامیک از ساختارهای رویشی زیر با سایرین متفاوت است؟ (۲ نمره)

۱. غده ۲. ریزوم ۳. ریزوئید ۴. پیاز ۵. بنه

۲. در تصویر مقابل، چهره یک بیمار مبتلا به آکرومگالی را مشاهده می کنید. آکرومگالی نوعی بیماری نسبتاً نادر است. ایجاد تغییرات ظاهری در چهره و بدن افراد (مانند بزرگ شدن چانه و فک) و اختلالات متابولیکی (مانند افزایش قند خون)، از عوارض این بیماری است. عامل اولیه این بیماری مربوط به کدام یک از موارد زیر است؟ (۲ نمره)



۱. غده فوق کلیه  
۲. پانکراس  
۳. هیپوفیز  
۴. تالاموس  
۵. تیروئید

۳. کدام سازوکارها در جهت مقابله با خشکی در گیاهان علفی شکل گرفته است؟ (۲ نمره)

- I. ریشه های سطحی  
II. فتوستنوز C3  
III. کرک های پوششی  
IV. گسترش یافت اسفنجی در برگ
- با توجه به گزاره های فوق گزینه مناسب را انتخاب کنید.

۱. III ۲. I, II, IV ۳. II, III ۴. III, IV ۵. I, IV

۴. گزاره های زیر در ارتباط با DNA است. با توجه به این گزاره ها گزینه درست را انتخاب کنید. (۲ نمره)

- I. هر دو رشته یک مولکول DNA به صورت پیوسته در جهت ۵' به ۳' ساخته می شوند.  
II. محتوای باز پورین و پیریمیدین در یک مولکول DNA دو رشته ای حلقوی برابر است.  
III. اولین باز در یک مولکول DNA جدید توسط آنزیمی به جز DNA پلیمرز قرار داده می شود.  
IV. توالی های هر دو رشته یک مولکول DNA یکسان هستند.  
V. آنزیم DNA پلیمرز تصحیح اشتباهات سنتز را فقط در جهت ۵' به ۳' انجام می دهد.

۱. I, II, V ۲. II, IV ۳. II, III ۴. I, V ۵. III, IV

۵. با توجه به آنچه در مورد متابولیسم چربی ها و فیزیولوژی بدن انسان می دانید، چاقی خطر ابتلا به همه موارد زیر را افزایش می دهد به جز..... (۲ نمره)

۱. بوکی استخوان  
۲. بیماری مفصلی  
۳. بیماری کبدی  
۴. اختلالات خواب  
۵. سکته مغزی

۶. آنزیم DNA پلیمرز میتوکندریایی نرخ جهش بیشتری در مقایسه با DNA پلیمرز هسته ای دارد. به نظر شما علت تحمل این مساله و تاثیر کمتر آن در اختلالات ژنتیکی چیست؟ (۲ نمره)
- I. حجم کمتر ژنوم میتوکندری در مقایسه با هسته
  - II. تعداد زیاد میتوکندری در هر سلول
  - III. این جهش ها بیماری زا نیستند.
  - IV. این آنزیم قابلیت تصحیح خطا را نیز همزمان دارد.

IV, III, I ۵      IV, III, II ۴      IV, III, I ۳      III, II, I ۲      II, I ۱

۷. جایگاه اصلی هیدروکسیله شدن استامینوفن در کدام اندامک سلول های کبدی است؟ (۲ نمره)

۱. جسم گلزی
۲. میتوکندری
۳. شبکه آندوپلاسمی صاف
۴. لیزوزوم
۵. شبکه آندوپلاسمی زبر

۸. (۲ نمره) در دستگاه گوارش کدام یک از جانوران زیر، همه این اجزا: - دهان، مری، چینه دان، سنگدان و روده - وجود دارد؟

I. مگخ      II. پلاناریا      III. کرم خاکی      IV. حلزون

II, I ۱      III, I ۲      III, II, I ۳      IV, III ۴      IV, III, I ۵

۹. مهمترین ماده آلی که در شیر خام وجود دارد، چیست؟ (۲ نمره)

۱. گلوکز
۲. ساکارز
۳. آمینواسیدها
۴. فروکتوز

۱۰. طحال با کپسولی از جنس بافت پیوندی احاطه شده است که این بافت با استتاله هایی به نام ترابکولا، پارانشیم طحال (پولپ) را به بخشهای کوچکتری تقسیم می کند. در صورتی که پارانشیم طحال را بدون فیکس کردن در زیر میکروسکوپ نوری مشاهده کنیم، دو نوع پولپ قرمز و سفید می بینیم. در پولپ قرمز خون به صورت آزادانه در حوضچه هایی به نام سینوزوئید در جریان است و گلبولهای قرمز فرسوده در این قسمت از جریان خون پاکسازی می شوند. در پولپ سفید مراحل از روند تکامل سلولهای ایمنی انجام می شود. جریان خون طحال از محل ورود سرخرگ طحال تا محل خروج سیاهرگ طحال از چه بخش هایی عبور می کند؟ (۲ نمره)

۱. ترابکولا - پولپ سفید - پولپ قرمز
۲. ترابکولا - پولپ قرمز - پولپ سفید
۳. پولپ سفید - ترابکولا - پولپ قرمز
۴. پولپ قرمز - ترابکولا - پولپ سفید
۵. پولپ قرمز - پولپ سفید - ترابکولا

۱۱. مهم ترین نقش آبسزیک اسید در گیاه چیست؟ (۲ نمره)

۱. تعادل آب در شرایط خشکی
۲. مقاومت در تنش آبی
۳. خفگی دانه ها و جوانه ها
۴. زودرس کردن میوه نارس

کد سوالات: ۲ صفحه: ۲



۱۲. با توجه به گزاره ها کدام گزینه صحیح است؟ (۲ نمره)
- I. تعداد اووسیت های تخمدانی در طول حیات فرد ثابت است.
  - II. فولیکول های بدوی (Primordial) در مرحله ی پروفاز میوز II متوقف شده اند.
  - III. بافت پوششی فولیکول های بدوی و اولیه (Primary) به ترتیب از نوع سنگفرشی ساده و مکعبی ساده است.
  - IV. تخمک گذاری معمولا در میانه سیکل قاعدگی صورت می گیرد.
  - V. در انسان به طور معمول در طی هر سیکل تخمدانی فقط یک اووسیت ثانویه آزاد می شود.
۱. I, II, III    ۲. IV, V    ۳. II, V    ۴. III, IV    ۵. I, IV

۱۳. سازوکار مشترک در افزایش کارایی تنفس آبخشی در ماهی ها به ..... بستگی دارد. (۲ نمره)
- I. نحوه قرار گیری رگ های خونی
  - II. ساختار رشته ای آبخش ها
  - III. هم جهت بودن حرکت خون و آب در غشای تنفسی
  - IV. وجود درپوش آبخشی

۱. III, II	۲. I, II, IV	۳. IV	۴. I, II	۵. III, IV
------------	--------------	-------	----------	------------

۱۴. امروزه در نانوبیوتکنولوژی از پروتئین هایی با اندازه کمتر از ۱۰۰ نانومتر برای ساخت موتور های مولکولی استفاده می شود و امید می رود که در آینده بتوان از آنها در ساخت ابزار های دقیق استفاده کرد. یکی از این پروتئین ها که به عنوان مدل مولکولی استفاده می شود، تروپومیوزین است که یک پروتئین ماهیچه ای مونومر با وزن مولکولی ۷۲ کیلو دالتون و میله ای شکل است. هر مولکول این پروتئین روی خود تا خورده و دو رشته مارپیچ  $\alpha$  به هم تنیده (Coiled coil) تشکیل می دهد. طول این مولکول چند نانومتر است؟

در نظر داشته باشید که در هر دور مارپیچ  $\alpha$  به صورت تقریبی  $\frac{3}{6}$  آمینو اسید شرکت می کند و ارتفاع آن  $\frac{5}{4}$  آنگستروم است. جرم مولکولی متوسط هر آمینو اسید را ۱۰۰ دالتون در نظر بگیرید. (۳ نمره)

۱. ۵۴    ۲. ۱۰۸    ۳. ۵۴۰    ۴. ۱۰۸۰

۱۵. طی مطالعه ای در سال ۱۹۸۶ روی ۱۰۵ گونه مرجان در استرالیا، مشخص شد که تولید مثل در این گونه ها همزمان و در بازه چند روز صورت می گیرد. تخمک ها و اسپرم ها در فاصله این چند روز به هنگام شب یا صبح زود در آب رها می شوند. این همزمانی مرتبط با دما، جزر و مد و میزان غذای در دسترس (پلانکتون) است. با توجه به برابری روز و شب در ۲۹ اسفند و اول مهر، و همچنین بلندی روز و شب به ترتیب در اول تیر و دی در نیمکره شمالی، با علم به اینکه در استرالیا فصول متفاوت با نیمکره شمالی است، به نظر شما زمان تولید مثل همزمان مرجان ها در کدام ماه در نیمکره شمالی رخ می دهد؟ (۲ نمره)

۱. فروردین    ۲. خرداد    ۳. مرداد    ۴. مهر    ۵. دی

۱۶. (۲ نمره) فرض کنید فقط یک آنزیم مسئول تولید رنگ قرمز در پوست سیب بالغ است و شما توالی ژن مربوط به این آنزیم را می دانید. در درختی با سیب های پوست قرمز، سیب سفید رنگ رسیده ای را مشاهده می کنید. پوست این سیب را جدا کرده و ضمن استخراج DNA، توالی ژن مولد آنزیم مربوط به رنگ پوست این سیب را تعیین می کنید. نتیجه نشان می دهد که ژن این آنزیم هیچ تفاوتی در سیب پوست سفید با سیب پوست قرمز ندارد! علت سفید شدن رنگ پوست سیب با وجود ژن قرمز کننده پوست در این سیب سفید این است که:

I. در زمان تشکیل جوانه مولد این درخت سیب قرمز، یک جهش در راه انداز ژن فوق رخ داده است.  
 II. جهشی از نوع واژگونی در ژن مولد رنگ قرمز پوست فقط در این سیب رخ داده است.  
 III. ژن مولد رنگ قرمز پوست فقط در این سیب متیله شده است.

۱. فقط I      ۲. فقط II      ۳. فقط III      ۴. I، II      ۵. III، II

۱۷. شخصی به دلیل خونریزی دچار کاهش فشار خون شده است. به نظر شما تزریق حجم مساوی کدامیک از محلولهای زیر، بیشتر باعث بالا رفتن و باقی ماندن فشار خون این فرد در محدوده نرمال می شود؟ (حلال تمام این محلولها آب خالص می باشد). (Na = 23 g/mol, Cl = 35 g/mol, Glucose = 180 g/mol) (۲ نمره)

Glucose (g/Lit)	Cl (mEq/Lit)	Na (mEq/Lit)	
50	0	0	۱
33.3	51	51	۲
0	77	77	۳
0	154	154	۴
33.3	77	77	۵

۱۸. (۲ نمره) بر اثر جهش در ژن X، بیان آنزیم Y در سلول زیاد و بیان آنزیم Z در سلول کم شده است. پروتئین حاصل از ژن X می تواند....

- I. یک فاکتور رونویسی باشد.  
 II. فعالیت یک فاکتور رونویسی را تنظیم کند.  
 III. یک پروتئین هیستونی باشد.  
 IV. یک RNA polymerase باشد.

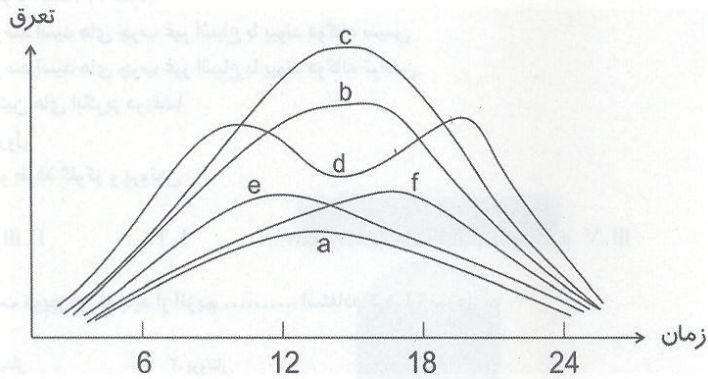
۱. II، I      ۲. III، I      ۳. III، II      ۴. IV، II      ۵. IV، II، I

۱۹. یکی از موضوعات جدید بوم شناسی که برای نجات اکوسیستم های تخریب شده و رو به نابودی و در جهت بازسازی آن ها به کار می رود، «بوم شناسی بازسازی» نام دارد. به نظر شما در بوم شناسی بازسازی دریاچه ارومیه کدام مورد الویت ندارد؟ (۲ نمره)

۱. انتقال هرچه سریع تر منابع دریاچه به دریاچه های دیگر  
 ۲. ایجاد رویداد های طبیعی مانند رعد و برق  
 ۳. شناسایی گونه های گیاهی و جانوری دریاچه  
 ۴. افزایش توان خود تنظیمی اکوسیستم  
 ۵. جلوگیری از انتشار گونه های بیگانه در آن

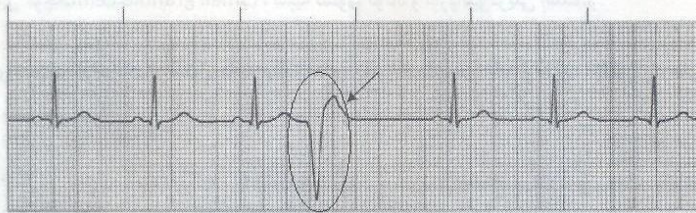


۲۰. در گیاهان شدت تعرق به درجه گشودگی روزنه ها بستگی دارد. درجه گشودگی روزنه ها در طول روز، هفته، ماه، یا فصل های مختلف سال تغییر می کند. شکل زیر تناوب فصلی تعرق را در گیاهان مختلف نشان می دهد. منحنی های a، b، c و d به ترتیب مربوط به شدت تعرق در کدام فصول (شرایط آب و هوایی) است؟ (۳ نمره)



۱. زمستان سرد، تابستان گرم و مرطوب، بهار، تابستان گرم و خشک
۲. زمستان، بهار، تابستان گرم و مرطوب، تابستان گرم و خشک
۳. بهار، زمستان، تابستان گرم و خشک، تابستان گرم و مرطوب
۴. تابستان گرم و خشک، زمستان، بهار، تابستان گرم و مرطوب
۵. تابستان گرم و مرطوب، بهار، زمستان، تابستان گرم و خشک

۲۱. همانطور که می دانید در حالت طبیعی گره پیشاهنگ (سینوسی - دهلیزی) مسئول شروع تحریکات الکتریکی سلول های قلب است. گاه پیش می آید که در بعضی از بیماری ها، نواحی خودکار شروع تحریکات الکتریکی در سایر قسمت های قلب (مانند دیواره دهلیزها، گره دهلیزی - بطنی و یا دیواره بطن ها) ایجاد و منجر به انقباضات غیر منظم قلب می شوند. شکل زیر الکتروکاردیوگرام یک بیمار قلبی را نشان می دهد. به نظر شما منشاء ایجاد تحریک الکتریکی که با پیکان مشخص شده در کدام قسمت قلب است؟ (۳ نمره)



۱. گره پیشاهنگ
۲. دیواره دهلیز راست
۳. دیواره دهلیز چپ
۴. گره دهلیزی - بطنی
۵. دیواره بطن



۲۲. غشای سلول در یوکاریوت ها و پروکاریوت ها مجموعه ای از مولکول های لیپیدی و پروتئینی می باشد که به صورت نامتقارن در دو لایه آن توزیع شده اند. این ساختار قابلیت بقای سلول را در دماهای بالا (موجودات گرما دوست) و دماهای پایین (موجودات سرما دوست) تضمین می کند. کدام یک از راهکار های زیر در حفظ ساختار غشا و سیالیت آن در دماهای پایین موثر است؟ (۲ نمره)

- I. افزایش درصد اسید های چرب غیر اشباع با پیوند دوگانه سیس
- II. افزایش درصد اسید های چرب غیر اشباع با پیوند دوگانه ترانس
- III. حذف پروتئین های آبگریز در غشا
- IV. ورود کلسترول
- V. جایجایی دو طرفه گلوکز و پروتون

III. V. ۵      I. II. III. ۴      II. V. ۳      I. IV. ۲      I. III. IV. ۱

۲۳. برای ساخت هویج دورگه باید از آنزیم ..... استفاده کرد. (۲ نمره)

۱. اکسیداز
۲. پروتئاز
۳. کاتالاز
۴. سلولاز

۲۴. در بافت پوششی دستگاه تنفسی، مطالعه شده به وسیله میکروسکوپ الکترونی، ۵ نوع سلول با مشخصات زیر مشاهده می شود. (۲ نمره)

- I. سلول استوانه ای یا سلول برسی (Brush cell) که در سطح فوقانی آن میکروویلی زیادی وجود دارد و در سطح قاعده ای آن پایانه های عصبی اوران مشاهده می شود.
- II. سلول جامی یا موکوزی، این سلول فراوان ترین سلول است که در رأس آن قطرات موکوزی یا گلیکوپروتئینی وجود دارد.
- III. سلول کوتاه (Basal short cell)، این سلول گرد و کوچک روی غشای پایه قرار گرفته و زاینده است.
- IV. سلول استوانه ای مژک دار (Ciliated columnar cell)، به فراوانی مشاهده می شود و در راس سلول حداکثر حدود ۳۰۰ مژه وجود دارد.
- V. سلول دانه ای کوچک (Small granule cell)، شبیه سلول کوتاه و نورواندوکرینی است.

در افراد سیگاری نسبت کدام یک از سلول ها به سلول های جامی کاهش می یابد و سبب احتقان راه های هوایی کوچکتر می شود؟

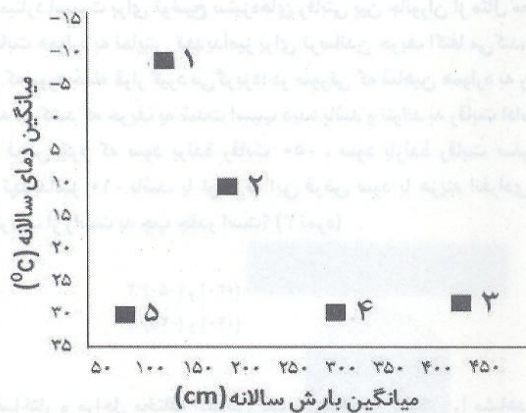
۱. سلول کوتاه
۲. سلول استوانه ای مژک دار
۳. سلول دانه ای کوچک
۴. سلول برسی

۲۵. فرض کنید می خواهید در دو لوله آزمایش متفاوت رونویسی RNA و همانندسازی DNA را (DNA ۱۰۰ جفت بازی و RNA ۱۰۰ بازی) انجام دهید، کدام یک از موارد I تا VI در هر دو لوله باید مشترک باشد؟ (۳ نمره)

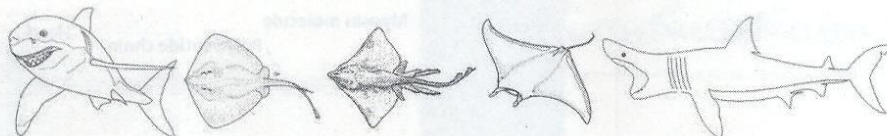
- I. DNA لیگاز
- II. پرایمر RNA
- III. DNA لیگاز
- IV. ATP
- V. هلیکاز
- VI. پلیمرز یکسان

VI. IV. I. ۵      III. IV. V. ۴      III. IV. ۳      III. ۲      II. III. ۱

۲۶. در این نمودار که برای نشان دادن الگوی پراکنش بیومهای کره زمین رسم شده است، زیستگاه خزری به کدام نقطه نزدیک‌تر است؟ (۲ نمره)



۲۷. بر اساس کلید دوراهی زیر، تعیین کنید نام این ماهی‌ها به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (۲ نمره)



۱ سطح پشتی و شکمی بدن مسطح ..... راسته Myliobatiformes. برو به ۲  
بدن مسطح به نظر نمی‌رسد ..... راسته Selachii. برو به ۴

۲ دهان در جلو بدن باز می‌شود ..... Manta ray .....  
دهان در سطح شکمی باز می‌شود ..... برو به ۳

۳ دم بدون خار گزنده ..... Barndoor skate .....  
دم نازک و تازیانه مانند دارای خار گزنده ..... Stingray

۴ سر پهن و چکش مانند ..... Hammerhead .....  
سر غیرپهن و غیر گسترده ..... برو به ۵

۵ شکاف دهان بزرگ و دندان‌ها کوچک و نامشخص ..... Basking shark .....  
اندازه دهان متوسط با تعداد زیادی دندان نُرنده ..... Great white shark

- گزینه‌ها: ۱. Basking shark, manta ray, barndoor skate, stingray, great white shark  
۲. Manta ray, basking shark, barndoor skate, stingray, great white shark  
۳. Barndoor skate, great white shark, manta ray, basking shark, stingray  
۴. Basking shark, manta ray, barndoor skate, great white shark, stingray  
۵. Stingray, basking shark, barndoor skate, great white shark, manta ray



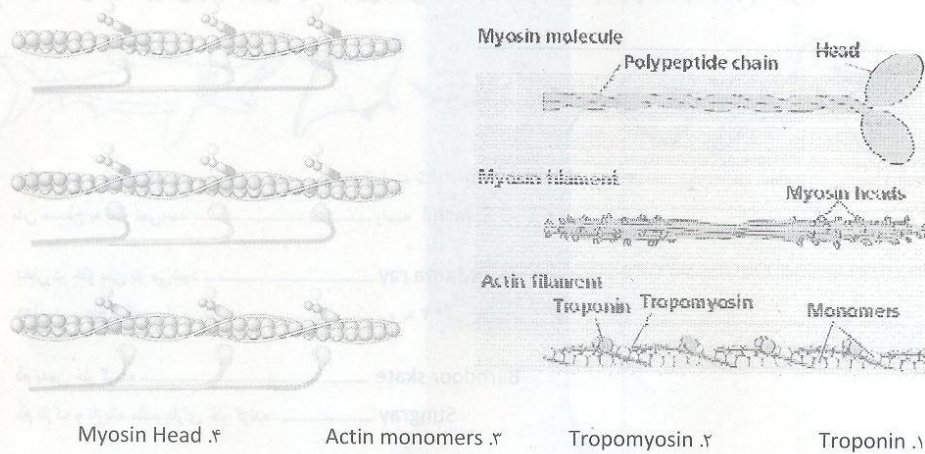
۲۸. در بوم‌شناسی رفتار برای ارزیابی راهبردهای رقابتی جانوران، از مدل‌های «نظریه بازی» استفاده می‌کنند. نظریه بازی شاخه‌ای از ریاضیات کاربردی است که برای تحلیل موقعیت‌ها و حرکات بازیکنان به کار می‌رود. (۲ نمره)

در سال ۱۹۷۳ جان مینارد اسمیت برای توضیح ستیزه‌های رقابتی بین جانوران از مثال معروف «قمری-شاهین» استفاده کرد. قمری هنگام رقابت همواره به نمایش تهدیدآمیز برای ترساندن حریف اکتفا می‌کند، هرگز به رقیب آسیب جدی وارد نمی‌کند و در صورتی که مورد حمله قرار گیرد می‌گریزد؛ در صورتی که شاهین همواره به رقیب حمله می‌کند و فقط در صورتی دست از حمله می‌کشد که حریف به شدت آسیب دیده باشد و نتواند به رقابت ادامه دهد.

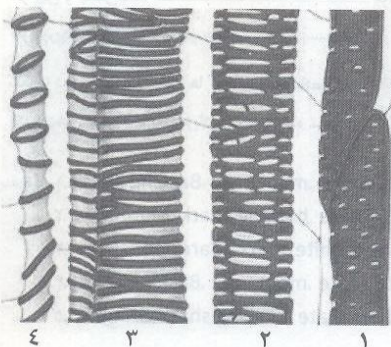
جان مینارد اسمیت فرض کرد که سود برنده رقابت +۵۰، سود بازنده رقابت صفر، هزینه آسیب جدی ۱۰۰- و هزینه نمایش رفتار تهدیدآمیز ۱۰- باشد. با توجه به این فرض سود یا هزینه انفرادی حمله شاهین به شاهین و حمله قمری به قمری، به ترتیب از راست به چپ چقدر است؟ (۳ نمره)

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| ۱. (-۲۵) و (+۱۵) | ۲. (-۵۰) و (+۳۰) |
| ۳. (+۲۵) و (-۱۵) | ۴. (-۲۵) و (+۲۰) |
| ۵. (+۵۰) و (-۳۰) |                  |

۲۹. در تصویر زیر ساختار و مراحل مختلف انقباض یک تار ماهیچه اسکلتی را مشاهده می‌کنید، این مراحل با مصرف انرژی (ATP) انجام می‌شود. به نظر شما محل عملکرد آنزیم ATPase در کجا قرار دارد؟ (۲ نمره)



۳۰. چوبی شدن دیواره در کدامیک بیشتر است؟ (۲ نمره)

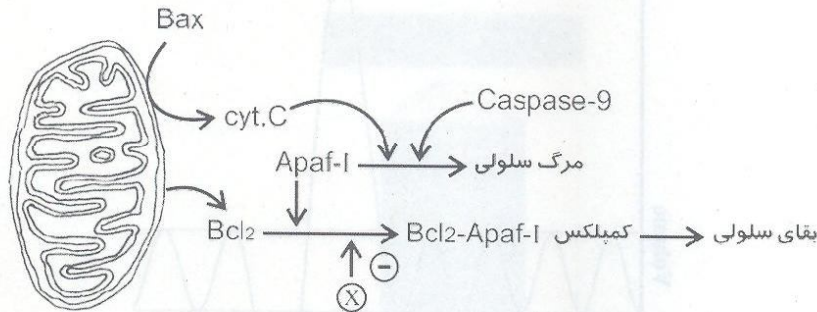


کد سوالات: ۲: صفحه: ۸



۳۱. (۳ نمره) مسیر داخل سلولی آپوپتوز یا مرگ برنامه ریزی شده سلولی (مسیر میتوکندریایی) تحت تاثیر عوامل مختلف فعال یا غیر فعال می شود، در صورت حضور فاکتور X در محیط سلول در کدام حالت سلول در مقابل آپوپتوز مقاومت می کند؟  
 I. سلول فرم جهش یافته ای را از Apaf-I بیان کند که به صورت دائم به Bcl2 متصل شود.  
 II. سلول پروتئین Bcl2 را اصلا بیان نمی کند.  
 III. سلول فرمی از Bcl2 را در غلظت زیاد تولید می کند که فقط به غشای سلول می رود.  
 IV. Bcl2 بر اثر جهش در داخل سلول پایدار شود (نیمه عمر طولانی دارد).

۱. فقط I      ۲. I، II، III      ۳. II، III      ۴. I، IV      ۵. فقط III



با توجه به اطلاعات زیر به سوالات ۳۲ و ۳۳ پاسخ دهید.

۳۲. پدر بزرگ یک مرد مبتلا به بیماری گالاکتوزمی (Galactosemia) است. گالاکتوزمی بیماری نادری است که به صورت اتوزومی مغلوب توارث می یابد و فرد بیمار قادر به پردازش قند گالاکتوز نیست و در نتیجه سیستم عصبی-عضلانی و همچنین کلیه فرد کارایی لازم را ندارد. مرد مذکور با زنی ازدواج کرده که خواهرش بیماری گالاکتوزمی داشته است و هم اکنون این زن باردار است. افراد غیر خویشاوند در شجره نامه فاقد ژن بیماری زا فرض می شوند مگر اینکه خلاف آن ثابت شود.

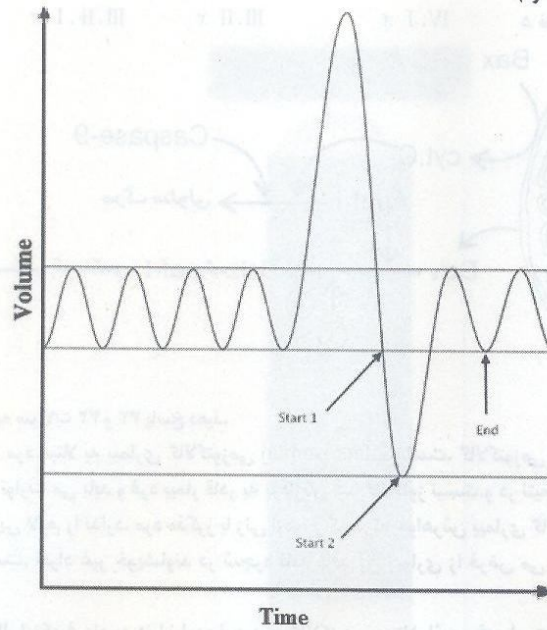
۳۳. I. احتمال اینکه فرزند به دنیا نیامده این زوج گالاکتوزمی مبتلا باشد چقدر است؟  
 II. اگر اولین فرزند گالاکتوزمی داشته باشد، احتمال اینکه فرزند دوم نیز بیمار باشد چقدر است؟

۱.  $I = \frac{1}{12}$  ,  $II = \frac{1}{4}$       ۲.  $I = \frac{1}{4}$  ,  $II = \frac{1}{12}$   
 ۳.  $I = \frac{1}{32}$  ,  $II = \frac{1}{4}$       ۴.  $I = \frac{1}{32}$  ,  $II = \frac{1}{16}$   
 ۵.  $I = \frac{1}{12}$  ,  $II = \frac{1}{16}$

۳۳. در صورتیکه این صفت به صورت غالب به ارث می رسد، احتمال بیمار بودن اولین فرزند چقدر بود؟ (۲ نمره)

۱. صفر      ۲.  $\frac{1}{2}$       ۳.  $\frac{1}{4}$       ۴.  $\frac{1}{3}$       ۵.  $\frac{1}{8}$

۳۴. در روش اسپیرومتری برای حساب کردن برخی حجم های تنفسی، می توان از گاز هلیم استفاده کرد، با فرض اینکه این گاز در کیسه های هوایی بین خون و ریه تبادل نمی شود، آزمایش هایی مانند آنچه در زیر می بینید، طراحی می شود. در نمودار زیر، فرد مورد آزمایش دقیقاً در نقطه Start 1 دهان و بینی خود را به یک محفظه بسته با فشار تنظیم شونده و ثابت و حجم ۳ لیتر حاوی مخلوط گاز های اکسیژن و هلیم با غلظت هلیم  $1/5 M$  متصل می کند و تا نقطه End به همان صورت نگه داشته و سپس جدا می کند. غلظت گاز هلیم محفظه در نقطه End به  $+9M$  رسیده است. در آزمایشی جداگانه همان شخص اینبار در نقطه ای مشابه Start 2 بینی و دهان خود را به محفظه ای با خصوصیات اولیه مشابه می چسباند و تا نقطه End نگه می دارد. این بار غلظت هلیم داخل محفظه به  $1/2 M$  می رسد. حجم ذخیره باز دمی را در این فرد محاسبه کنید. (۳ نمره)



۱. ۱ لیتر    ۲.  $1/2$  لیتر    ۳.  $1/25$  لیتر    ۴.  $2/75$  لیتر    ۵. ۲ لیتر

سوالات دارای پاسخ تشریحی: (هر سوال ۴ نمره)

۱. میزان نور جذب شده یک محلول پروتئینی (A) در محدوده ماوراء بنفش به ضریب جذب مولی آن محلول (E) بر حسب  $(\text{Cm}^{-1} \cdot \text{M}^{-1})$  ، غلظت ماده (C) و طول مسیر نور (l) بستگی دارد که بر اساس قانون بیرلامبرت به صورت رابطه زیر بیان می شود:  
 $A = \epsilon \cdot l \cdot c$   
 ضریب جذب مولار پروتئین سیتوکروم در طول موج ۵۰۰ نانومتر برابر با  $1 \times 10^5 \text{ Cm}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  است. در صورتی که وزن مولکولی این پروتئین ۲۰ کیلودالتون باشد، میزان جذب محلولی با غلظت ۱ mg/ml از آن با طول مسیر ۰/۵ سانتی متر چقدر است؟

۲. گلبول های قرمز در حالت عادی اندازه مناسبی برای عبور از کوچکترین مویرگ های بدن دارند. در شرایطی شکل این سلول ها کروی می شود و این سلول ها را اسفروسیت می نامند. اگر غلظت گلوکز در داخل گلبول قرمز ۱ میکرومول باشد، تعداد مولکول های گلوکز در یک اسفروسیت با قطر ۲ میکرومتر چقدر است؟

۳. در تقلید از نوع Batesian گونه های غیر سمی ظاهری، شبیه به گونه های سمی پیدا می کنند و این امر احتمال خورده شدن آنها را توسط صیاد کاهش می دهد. در جمعیتی ۸۰ تایی از پروانگان که ۸۰ درصد آنها سمی و ۲۰ درصد آنها غیر سمی ولی تقلید کار هستند، پرنده ای شکارچی رها می کنیم. استراتژی این پروانگان به این صورت است که اگر پس از خوردن ۵ پروانه ی اول، ۳ و بیش تر از ۳ پروانه ی سمی بخورند، از خوردن پروانه های این جمعیت صرف نظر کرده و به دنبال جمعیت دیگری می گردد، چقدر احتمال دارد که این پرنده پس از خوردن ۵ پروانه از این جمعیت صرف نظر نکند؟

۴. در روش الکتروفورز روی ژل SDS-PAGE ( SDS- پلی آکریل آمید) حرکت نمونه ها بر روی ژل با لگاریتم جرم مولکولی نمونه رابطه عکس دارد. در آزمایشی حرکت الکتروفورزی یک پروتئین ۳۰ کیلو دالتونی و ۸۰ کیلو دالتونی به ترتیب ۰/۸ و ۰/۵ مشاهده شد. با این اطلاعات جرم مولکولی یک پروتئین با میزان حرکت نسبی ۰/۵۸ بر روی ژل چقدر است؟

۵. در بررسی های ژنتیکی، برای بدست آوردن ترکیب نوکلئوتیدی یک DNA می توان از نقطه ذوب آن DNA استفاده کرد. انرژی شکستن پیوند های هیدروژنی بین جفت باز C و G، ۳۳/۵ KJ/mol و برای جفت باز A و T، ۳۳/۱ KJ/mol حساب شده است. اگر انرژی لازم برای شکستن پیوند های هیدروژنی ۰/۲ مول از یک DNA ۱۵۰ جفت بازی، دمای ۱۰۰۰CC آب خالص را ۲۳/۷ درجه کلوین تغییر دهد، نسبت تعداد جفت باز های A,T به جفت باز C,G در این مولکول DNA چقدر است؟

ع با توجه به فرمول رشد لجستیک، به سوال زیر پاسخ دهید.  $r = \text{نرخ رشد ذاتی جمعیت}$  و  $K = \text{گنجایش محیط}$  و  $N = \text{تعداد افراد جمعیت}$

$$\frac{dN}{dt} = r \cdot \left(1 - \frac{N}{K}\right) \cdot N$$

شعاعیان گروهی از آغازیان هستند که اسکلت هایی عموماً از جنس سیلیسیوم می سازند. نوعی از این آغازیان کروی شکل بوده و قطری برابر با ۰/۲ میلی متر دارند. در آکواریومی با محیط کشت مقوی و سیستم فیلتراسیون و گردش آب با ابعاد ۰/۳ و ۰/۴ و ۰/۵ متر این آغازی را کشت می دهیم، با فرض آنکه در لحظه اول  $t_0 = 2$  باشد، در لحظه ی  $t_1$  که  $r = 1/7$  خواهد بود، چه کسری از حجم آکواریوم توسط این نوع آغازیان اشغال شده است؟