

23 - 131A	理科問題
-----------	------

「はじめ」の合図があるまで問題を開かないでください。

解答用紙は解答欄を裏返しにしておいてください。

そのあいだに次の注意事項をよく読んでください。

注 意 事 項

1. 解答を書く前に解答用紙に受験番号、氏名を必ず書いてください。
2. 問題は生物、化学、物理の順に各4問、あわせて12問あります。

このうち

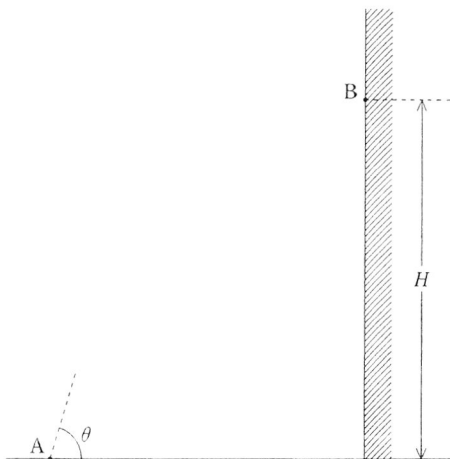
- (a) 化学科受験者は 5 から 8 の4問を解答してください。解答用紙は1枚です。
 - (b) 生物学科、物理学科、生物分子科学科、情報科学科および生命圏環境科学科の受験者は 12問の中から任意に4問を選び解答してください。5問以上選んではいけません。解答用紙は全部で3枚あります。解答した問題番号を○で囲んでください。最終的に○が5個以上ある場合や他の問題番号の解答欄に書いた場合は採点されません。
3. 解答は必ず所定の解答欄に書いてください。裏面に記入した場合は採点されません。解答用紙左端、右端の 採点用 は採点用ですから何も記入しないでください。
 4. 解答時間は90分です。

物 理

1 図のように鉛直な壁に向かって地上から小さな物体を A 点から角度 θ で投げた。重力加速度を g として、以下の問 1 と問 2 に答えよ。

問 1 地上から高さ H の壁上の点 B に、壁に垂直に衝突するためには初速度をいくらにすればよいか。

- a. $\frac{\sqrt{gH}}{\sin \theta}$
- b. $\frac{\sqrt{gH}}{\cos \theta}$
- c. $\frac{\sqrt{gH}}{\tan \theta}$
- d. $\frac{\sqrt{2gH}}{\sin \theta}$
- e. $\frac{\sqrt{2gH}}{\cos \theta}$
- f. $\frac{\sqrt{2gH}}{\tan \theta}$



問 2 壁と物体とのはね返り係数を e とすると、はね返ったあと物体が地上に達した位置の壁からの水平距離はいくらか。

a. $eH \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$

b. $eH \frac{\cos \theta}{\sin \theta}$

c. $\sqrt{2} eH \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$

d. $\sqrt{2} eH \frac{\cos \theta}{\sin \theta}$

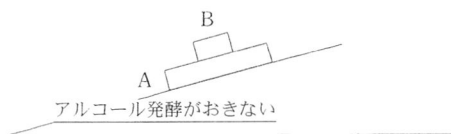
e. $2 eH \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$

f. $2 eH \frac{\cos \theta}{\sin \theta}$

- 2 水平から角 θ だけ傾いた斜面上を図のような2つの物体 A と B が滑り落ちている。斜面に接している物体 A の質量は M であり、その上に乗っている物体 B の質量は m である。物体 A と斜面の間には動摩擦力が働いており、動摩擦係数を μ とする。一方、物体 A と物体 B の間には静止摩擦力が働いており、物体 B は物体 A とともに運動している。重力加速度を g として、以下の問3と問4に答えよ。

問3 物体 A に働いている動摩擦力はいくらか。

- a. $\mu mg \cos \theta$
- b. $\mu mg \sin \theta$
- c. $\mu Mg \cos \theta$
- d. $\mu Mg \sin \theta$
- e. $\mu(m + M)g \cos \theta$
- f. $\mu(m + M)g \sin \theta$



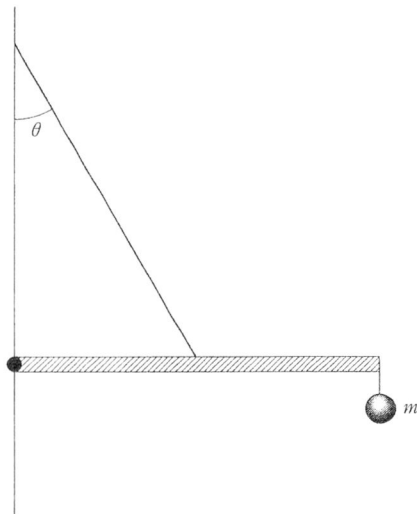
問4 物体 B に働いている静止摩擦力はいくらか。

- a. $mg \cos \theta$
- b. $mg \sin \theta$
- c. $\mu mg \cos \theta$
- d. $\mu mg \sin \theta$
- e. $(m + M)g \cos \theta$
- f. $(m + M)g \sin \theta$

3 以下の問5から問10に答えよ。

問5 図のように質量 M の一様な棒の一端を蝶番で壁に固定し、棒の midpoint に伸び縮みしないひもをつなぎ、ひもの他端を壁に固定し、棒が壁に垂直になるようにひもの長さが調節されている。棒の他端に質量 m の物体が下り下げられている。ひもと壁とのなす角を θ 、重力加速度を g とする。壁が棒を垂直に押す力はいくらか。

- a. $(2m + M)g \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$
- b. $(2m + M)g \frac{\cos \theta}{\sin \theta}$
- c. $(m + 2M)g \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$
- d. $(m + 2M)g \frac{\cos \theta}{\sin \theta}$
- e. $2(m + M)g \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$
- f. $2(m + M)g \frac{\cos \theta}{\sin \theta}$



問6 地上から打ち上げた人工衛星が無限の遠方へ行ってしまう最小の初速度を第2宇宙速度(または脱出速度)というが、その初速度で地上から鉛直上方に打ち上げられたロケットの速さが第2宇宙速度の半分になったときロケットは地上からいくらの高さにあるか。地球の半径を R とする。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| a. $2R$ | b. $3R$ | c. $4R$ |
| d. $5R$ | e. $6R$ | f. $7R$ |

問 7 滑らかな床の上を等速直線運動していた物体が、図のようにある場所 A から摩擦のある床の上を距離 L だけ進んで止まった。また、止まるまでに要した時間は T であった。等速直線運動していたときの物体の速さはいくらか。

a. $\frac{L}{2T}$

b. $\frac{L}{\sqrt{2}T}$

c. $\frac{L}{T}$

d. $\frac{\sqrt{2}L}{T}$

e. $\frac{2L}{T}$



問 8 大型トラックが水平から角 θ だけ傾いた半径 R のカーブをある速さで回っている。トラックが最も安定して走行するためにはいくら速さで回ればよいか。ただし、重力加速度を g とする。

a. $\sqrt{gR \sin \theta}$

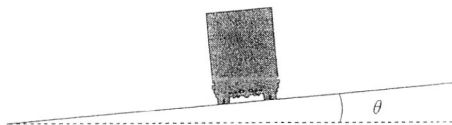
b. $\sqrt{gR \cos \theta}$

c. $\sqrt{gR \tan \theta}$

d. $\sqrt{2gR \sin \theta}$

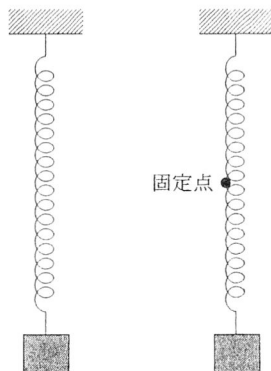
e. $\sqrt{2gR \cos \theta}$

f. $\sqrt{2gR \tan \theta}$



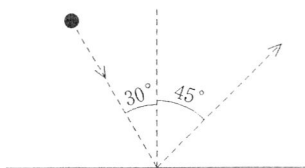
問 9 バネにある質量のおもりをつり下げたところ、 l だけ伸びて静止した。この状態で、図のように伸びたバネの midpoint を固定したあと、物体を上下に振動させた。この振動の周期はいくらか。重力加速度を g とする。

- a. $\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{l}{g}}$
- b. $\pi \sqrt{\frac{l}{2g}}$
- c. $\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$
- d. $\pi \sqrt{\frac{2l}{g}}$
- e. $2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$



問10 滑らかな床に向かって図のように鉛直から 30° 傾いた向きに飛んできた小さな物体が、床との衝突後鉛直から 45° 傾いた向きにはね返った。この衝突のはね返り係数はいくらか。

- a. $\frac{1}{3}$
- b. $\frac{\sqrt{2}}{3}$
- c. $\frac{1}{2}$
- d. $\frac{1}{\sqrt{3}}$
- e. $\frac{1}{\sqrt{2}}$
- f. $\frac{\sqrt{3}}{2}$



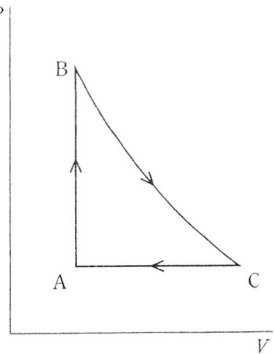
4 熱に関する問 11 から問 13 に答えよ。

問11 3種類の水溶性液体 A, B および C が異なる容器に入っている。また、それぞれの液体の温度は 20°C 、 32°C および 46°C に保たれている。熱が容器外に逃げないように工夫して、A と B を混合するとじゅうぶんに時間がたった後 26°C になった。次に、同様にして B と C を混合するとじゅうぶんに時間がたった後 38°C になった。それでは A と C を混合したらじゅうぶんに時間がたった後の温度はいくらになるか。

- a. 27°C
- b. 29°C
- c. 31°C
- d. 33°C
- e. 35°C
- f. 37°C

問12 理想気体を容器に詰め、図のように $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ と変化させた。下記の文のうちで正しいのを 3 つ選べ。ただし、 $B \rightarrow C$ は等温変化である。

- a. 過程 $A \rightarrow B$ では気体の内部エネルギーは増加した。
- b. 過程 $A \rightarrow B$ では気体は熱を外へ放出した。
- c. 過程 $B \rightarrow C$ では気体は熱を外から吸収した。
- d. 過程 $B \rightarrow C$ では気体は外から仕事をされた。
- e. 過程 $C \rightarrow A$ では気体の内部エネルギーは減少した。
- f. 過程 $C \rightarrow A$ では気体は外へ仕事をした。



問13 ある火力発電所は効率が25%の発電機を使って60万kWの電力を得ている。この発電所が単位時間に環境に廃棄している熱量はいくらか。

- a. 90万kW
- b. 120万kW
- c. 150万kW
- d. 180万kW
- e. 210万kW

5 次の問 14 から問 17 に答えよ。

問14 ニクロム線に電流が流れると熱を発生する電気ストーブがある。この電気ストーブに 100 V の電圧を供給すると、400 W の電力を消費する。200 V の電圧を供給すると消費電力は何 W になるか。ただし、ニクロム線の抵抗値は一定とする。

- a. 200 W b. 600 W c. 800 W
d. 1000 W e. 1200 W f. 1600 W

問15 2本のスリットを用いてヤングの実験をした。光源に 600 nm の光を使ったときスクリーン上に一次の明線が 0 次の明線から 12 mm の位置にできた。波長が未知の光源に取りかえたところ、1 次の明線の位置は 0 次の明線から 10 mm の位置にできた。未知の光源の波長はいくらか。

- a. 450 nm b. 500 nm c. 550 nm
d. 660 nm e. 720 nm f. 780 nm

問16 最大 10 mA まで計ることができる内部抵抗の値が未知の電流計、 $98\ \Omega$ に調整した可変抵抗器および起電力 $1.0\ \text{V}$ の直流電源を図 a のように直列につないだとき、電流計が最大値の $10\ \text{mA}$ を示した。次に抵抗 x を追加し、回路を図 b のように変更した。可変抵抗の値を変え、この可変抵抗に電流が $100\ \text{mA}$ 流れたとき、電流計が最大値の $10\ \text{mA}$ を示すようにするには、追加した抵抗の値 x をいくらにすればよいか。

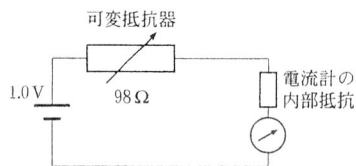


図 a

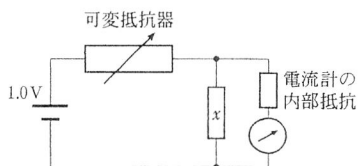


図 b

- | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| a. $0.12\ \Omega$ | b. $0.15\ \Omega$ | c. $0.22\ \Omega$ |
| d. $1.2\ \Omega$ | e. $1.5\ \Omega$ | f. $2.2\ \Omega$ |

問17 図 a はある電球にかけた電圧と流れる電流の関係(電流電圧特性)を表したグラフである。この電球と $70\ \Omega$ および $175\ \Omega$ の抵抗, 起電力 $14\ \text{V}$ の直流電源を図 b のように接続した。電球を流れる電流を i , $70\ \Omega$ の抵抗の両端の電圧を V_{70} とするとき, i と V_{70} はいくらか。

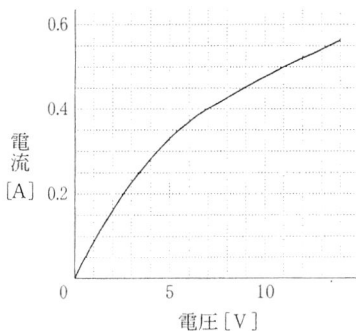


図 a

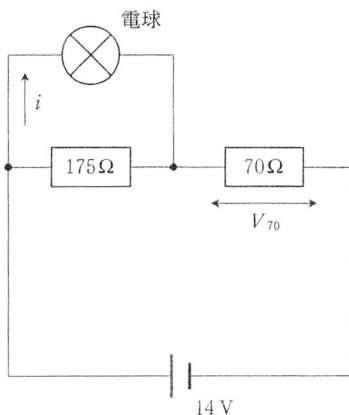


図 b

- | | |
|--|--|
| a. $i = 0.16\ \text{A}$, $V_{70} = 12\ \text{V}$ | b. $i = 0.16\ \text{A}$, $V_{70} = 8.0\ \text{V}$ |
| c. $i = 0.24\ \text{A}$, $V_{70} = 12\ \text{V}$ | d. $i = 0.24\ \text{A}$, $V_{70} = 4.0\ \text{V}$ |
| e. $i = 0.38\ \text{A}$, $V_{70} = 8.0\ \text{V}$ | f. $i = 0.38\ \text{A}$, $V_{70} = 4.0\ \text{V}$ |

- 6 高速で移動する物体が音を発しながら目の前を通り過ぎた。こちらに近づいてくるときの音の振動数は 1050 Hz、遠ざかるときの音の振動数は 950 Hz であった。音速を 340 m/s とし、次の問 18 と問 19 に答えよ。

問18 この物体の速さはいくらか。

- a. 9.0 m/s b. 11 m/s c. 13 m/s
d. 17 m/s e. 21 m/s f. 34 m/s

問19 止まっているときの音源の振動数はいくらか。

- a. 974 Hz b. 998 Hz c. 1008 Hz
d. 1014 Hz e. 1022 Hz f. 1032 Hz

- 7 閉管の開いた口の前にスピーカを置き、音を出して共鳴させる実験をした。音の振動数 0 Hz から次第に高くしていくと 340 Hz で最初の共鳴をした。音の速さを 340 m/s とし、次の問 20 と問 21 に答えよ。ただし、開口端補正は無視できるとする。

問20 この管の長さはいくらか。

- a. 0.25 m b. 0.35 m c. 0.45 m
d. 0.50 m e. 0.60 m f. 0.65 m

問21 音の振動数を更に高くしていくと、次に共鳴するのは何 Hz のときか。

- a. 510 Hz b. 680 Hz c. 850 Hz
d. 1020 Hz e. 1190 Hz f. 1360 Hz

8

凸レンズの前方 80 cm の位置に物体を置いたところ、凸レンズの後方 80 cm の位置にこの物体の実像ができた。次の問 22 と問 23 に答えよ。

問22 凸レンズの焦点距離はいくらか。

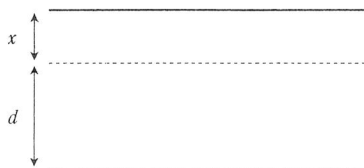
- a. 20 cm b. 30 cm c. 40 cm
d. 50 cm e. 60 cm

問23 同じ凸レンズの前方 20 cm の位置に物体を置き、凸レンズの後方から見た。何倍の像が見えるか。

- a. 1.5 倍 b. 2.0 倍 c. 2.5 倍
d. 3.0 倍 e. 4.0 倍

9

極板間距離 d 、電気容量 C の平板コンデンサーを起電力 V の乾電池につなぎ充電したのち、電池を切り離れた。その後、極板間の距離を x だけ増やした。次の問 24 と問 25 に答えよ。



問24 極板間の電位差は、いくらになるか。

- a. $\frac{d+x}{d}V$ b. $\frac{d-x}{d}V$ c. $\frac{d+x}{x}V$
 d. $\frac{d-x}{x}V$ e. $\frac{d}{d+x}V$ f. $\frac{d}{d-x}V$

問25 極板間の距離を x だけ増やすために必要な仕事はいくら。

- a. $\frac{1}{2}CV^2\frac{d+x}{d}$ b. $\frac{1}{2}CV^2\frac{d-x}{d}$
 c. $\frac{1}{2}CV^2\frac{x(2d+x)}{d^2}$ d. $\frac{1}{2}CV^2\frac{x(2d-x)}{d^2}$
 e. $\frac{1}{2}CV^2\frac{x}{d}$ f. $\frac{1}{2}CV^2\frac{x}{d+x}$