

2023年度一般選抜A日程 物理基礎

1

[A] 次の空欄に入る適切な語句を答えよ。

- (1) 糸でおもりをつるして静止させる。このとき、糸はおもりに対して上向きに引く力を及ぼす。このような力を(a)という。
- (2) 運動をしている物体がもつエネルギーを(b)という。
- (3) 物質を液体から気体に変えるのに必要な熱量を(c)という。
- (4) 物体が電気を帯びることを(d)という。
- (5) 風の力で風車に接続されている発電機を回転させることで電気を得る発電方法を(e)という。

[B] 次の問い合わせに対する答を解答表の中から選び、記号(a)～(d)で答えよ。

- (1) なめらかな水平面上に、等しい質量 (m [kg]) の物体 A, B, C を図 1 のように置く。物体 A の左側面から大きさ F [N] の力を右向きに加えたところ、3つの物体は接触したまま動いた。物体 C に生じる加速度の大きさを求めよ。

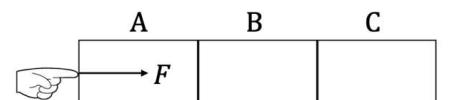


図 1

解答表 物体 C の加速度の大きさ [m/s²]

(a)	$\frac{F}{m}$	(b)	$\frac{3F}{m}$	(c)	$\frac{F}{3m}$	(d)	$\frac{2F}{3m}$
-----	---------------	-----	----------------	-----	----------------	-----	-----------------

(2) 次の(ア)～(エ)の物質に 100 J の熱量を与えた。温度変化が最も大きいのはどれか。どの物質も初め 20 °C であったとし、それぞれの物質の比熱は表 1 のとおりとする。

- (ア) 100 g の鉄, (イ) 10 g の水, (ウ) 200 g の銀, (エ) 20 g の油

表 1

物質	比熱 [J/(g·K)]
銀	0.24
鉄	0.45
油	2.0
水	4.2

解答表 温度変化が最も大きい物質

(a)	(ア)	(b)	(イ)	(c)	(ウ)	(d)	(エ)
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- (3) 周波数が 4.5×10^{15} Hz の電磁波の波長を求めよ。ただし、電磁波の速さを 3.0×10^8 m/s とする。

解答表 電磁波の波長 [m]

(a)	7.4×10^{-25}	(b)	6.7×10^{-8}	(c)	1.5×10^7	(d)	1.4×10^{24}
-----	-----------------------	-----	----------------------	-----	-------------------	-----	----------------------

2

図2のように摩擦のある水平な台の上に質量 M [kg] の物体を置き、台に取り付けた滑車を通してひもで質量の無視できる皿を結びつけてぶら下げる。皿におもりを静かに載せていく、おもりの質量の合計が m [kg] を超えた瞬間に物体が動き出した。ただし、ひもの質量も無視でき、滑車は軽くてなめらかに回転するものとする。また、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

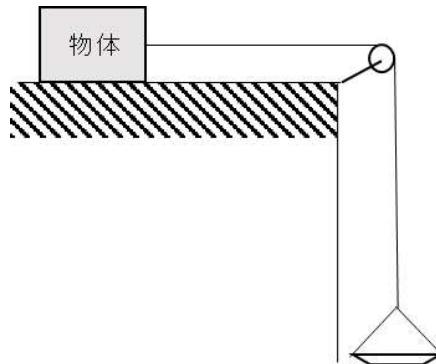


図2

(1) 物体が動き出す直前の糸の張力の大きさを物体の質量 M を用いて表せ。ただし、物体と台の間の静止摩擦係数を μ とする。

(2) 静止摩擦係数 μ を物体の質量 M とおもりの質量の合計 m を用いて表せ。

(3) おもりの質量の合計が m' ($> m$) [kg] のとき、物体の加速度の大きさを求めよ。ただし、物体と台の間の動摩擦係数を μ' とする。

3

図3の回路がある。以下の問い合わせよ。

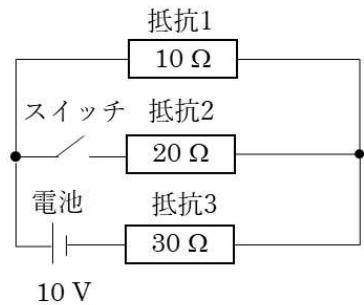


図3

(3) スイッチを閉じた状態で抵抗1に流れる電流の大きさを求めよ。

(1) スイッチを開いた状態で抵抗1に流れる電流の大きさを求めよ。

(2) スイッチを開いた状態で抵抗1にかかる電圧の大きさを求めよ。

2023年度一般選抜B日程 物理基礎

1

[A] 次の空欄に入る適切な語句を答えよ。

- (1) 一端を固定したばねのもう一端を引くと、ばねの伸びはばねを引く力に比例する。この比例係数を (a) と呼ぶ。
- (2) 波は重なり合ったあとも、互いに影響を受けることなく、向きや速さ、波形を保ったまま進む。これを波の (b) という。
- (3) ある物質の温度を 1K 上昇させるのに必要な熱量を (c) という。
- (4) 可視光線より波長が短く、X線よりも波長が長い電磁波は (d) である。
- (5) コイルの内部の磁場の変化によってコイルに生じる電圧を (e) という。

(2) 図1のような回路がある。 20Ω の抵抗を流れる電流の大きさを求めよ。

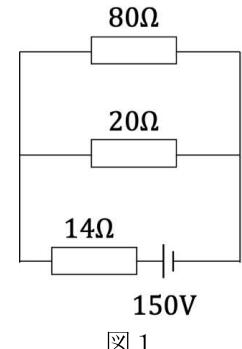


図1

解答表 電流の大きさ [A]

(a)	1.0	(b)	4.0	(c)	7.5	(d)	60
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

[B] 次の問い合わせに対する答を解答表の中から選び、記号(a)~(d)で答えよ。

- (1) 高さ 20 m のビルの屋上から鉄球を地面に自由落下させた。鉄球が地面に衝突したときの速さを求めよ。ただし、重力加速度の大きさを 10 m/s^2 とし、空気抵抗は無視できるものとする。

(3) 0°C の氷 10 g を 100°C の水蒸気にするのに必要な熱量を求めよ。ただし、水の比熱を $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ 、水の融解熱を $3.3 \times 10^2 \text{ J/g}$ 、水の蒸発熱を $2.3 \times 10^3 \text{ J/g}$ とし、全ての熱量は水と水を温めるのに使われるとする。

解答表 衝突したときの速さ [m/s]

(a)	10	(b)	20	(c)	30	(d)	40
-----	----	-----	----	-----	----	-----	----

解答表 必要な熱量 [J]

(a)	2.3×10^4	(b)	2.6×10^4	(c)	2.8×10^4	(d)	3.1×10^4
-----	-------------------	-----	-------------------	-----	-------------------	-----	-------------------

2

図2のように、なめらかな水平面上に置いたばね定数 k [N/m] のばねがある。ばねの一端を固定し、他端に質量 m [kg] の物体を押し付け、自然の長さから x [m] だけ縮めた状態から物体を静かに離す。物体はばねの自然の長さになった位置でばねから離れ、水平面となめらかな斜面がつながった点Aを通過し、点Bに達したとする。点Bの水平面からの高さを h [m]、重力加速度の大きさを g [m/s²] として、以下の問い合わせに答えよ。

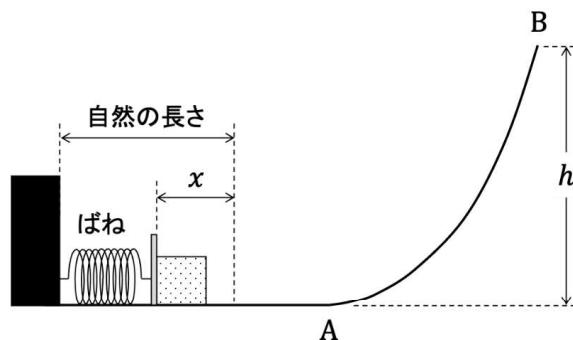


図2

(1) 物体が点Aを通過するときの速さを求めよ。

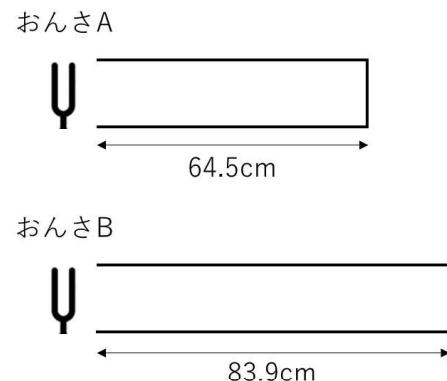
(2) 物体が点Bに達するときの速さを求めよ。

(3) $m = 3.0 \text{ kg}$, $k = 1.8 \times 10^2 \text{ N/m}$, $h = 1.5 \text{ m}$, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とすると、物体が点Bに達するための x [m] の最小値を求めよ。

3

図3のように、長さ 64.5 cm の閉管の管口付近でおんさ A を鳴らすと、3 倍振動の定常波が生じた。また、長さ 83.9 cm の開管の管口付近でおんさ B を鳴らすと、2 倍振動の定常波が生じた。さらに、おんさ A とおんさ B を同時に鳴らすと、1 秒当たり 10.0 回のうなりが観測された。以下の問いに答えよ。ただし、実験はすべて同じ気温で行われたとし、開口端補正は無視できるとする。

(2) おんさ B が発する音の波長を求めよ。



(3) 音速を求めよ。

図3

(1) おんさ A が発する音の波長を求めよ。

2023年度一般選抜C日程 物理基礎

1

[A] 次の空欄に入る適切な語句を答えよ。

- (1) 質量 m の物体に働く力 F とその力によって生じる加速度 a の間には、 $F=ma$ の関係がある。この式を (a) と呼ぶ。
- (2) 多くの物質は、温度の上昇とともに長さや体積が大きくなる。この現象を (b) という。
- (3) 金属中を流れる電流の担い手となる電子を (c) という。
- (4) 空気が振動して、縦波となって伝わる波を (d) という。
- (5) 放射線は、物質を透過するとき、物質中の電子をはじき出してイオンにする作用を持つ。これを (e) という。

[B] 次の問い合わせに対する答を解答表の中から選び、記号(a)~(d)で答えよ。

- (1) 図1のように、軽くて質量の無視できるばねの一端に質量 0.50 kg の物体をつけ、他端に鉛直上向きで一定の大きさの力を加えて引っ張り上げたところ、ばねと物体は鉛直上向きに 3.0 m/s^2 の等加速度運動をした。このとき、ばねの自然の長さからの伸びを求めよ。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 、ばね定数を $2.0 \times 10^2\text{ N/m}$ とする。

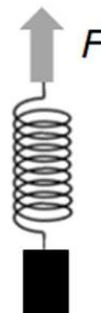


図1

解答表 ばねの自然の長さからの伸び [m]

(a)	0.017	(b)	0.032	(c)	0.049	(d)	0.098
-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-------

(2) 水深 50 m での圧力を求めよ。なお、大気圧を $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ 、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 、水の密度を $1.0 \times 10^3\text{ kg/m}^3$ とする。

解答表 水深 50 m での圧力 [Pa]

(a)	3.9×10^5	(b)	4.9×10^5	(c)	5.9×10^5	(d)	9.8×10^5
-----	-------------------	-----	-------------------	-----	-------------------	-----	-------------------

- (3) ある開管の口に向けてスピーカーを置いて正弦波の音を出す。0 Hz から次第に振動数を高めていくと、 85 Hz で最初に共鳴が起こった。この開管の長さはいくらか。ただし音速を 340 m/s とし、開口端補正是無視できるものとする。

解答表 開管の長さ [m]

(a)	1.0	(b)	2.0	(c)	4.0	(d)	8.0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

2

抵抗 R_1 , R_2 , R_3 , 電池 V , スイッチ S を図2のように接続した。はじめスイッチは開いており、そのとき R_2 から 1.0 分間に発生するジュール熱は $3.0 \times 10^2 \text{ J}$ であった。以下の問い合わせに答えよ。ただし、 $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$ とし、電池の内部抵抗は無視できるとする。

(3) 次にスイッチを閉じたところ、 R_2 を流れる電流の大きさが半分になった。 R_3 の抵抗値を求めよ。

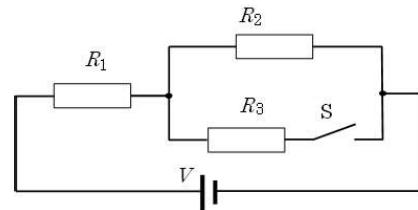


図2

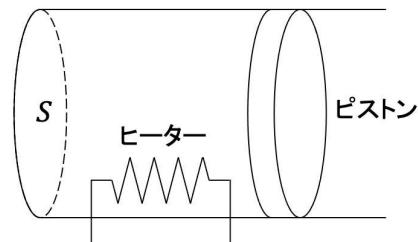
(1) R_2 を流れる電流の大きさを求めよ。

(2) 電池の電圧の大きさを求めよ。

3

断面積が S [m^2] の円筒容器の中になめらかに動くピストンで気体を密封する。このとき、容器の内外の圧力はともに p_0 [Pa] で、ピストンと円筒容器は外との熱のやりとりはないものとする。次にヒーターで容器内の気体に熱 Q [J] を加えたら、気体の圧力が一定のままピストンがゆっくりと ΔL [m] 移動した。以下の問い合わせに答えよ。

(2) 気体がした仕事を求めよ。



(3) 気体の内部エネルギーはどれだけ変化したかを求めよ。

(1) 気体によってピストンに加わる力の大きさを求めよ。

2023 年度一般選抜 A 日程 物理基礎 正答例

1 [A]

(a)	張力
(b)	運動エネルギー
(c)	蒸発熱(気化熱)
(d)	帶電
(e)	風力発電

[B]

(1)	(c)
(2)	(d)
(3)	(b)

3 (1)

抵抗 1 と抵抗 3 の直列接続となるので、合成抵抗は $10 + 30 = 40 \Omega$

よって抵抗 1 に流れる電流はオームの法則より、 $I = V/R = 10/40 = 0.25 \text{ A}$

答 0.25 A

(2)

オームの法則より、 $V = R_1 I = 10 \times 0.25 = 2.5 \text{ V}$

答 2.5 V

(3)

抵抗 1 と抵抗 2 が並列接続となり、その合成抵抗は

$$R_{12} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2) = 20/3 \Omega$$

さらに、それらと直列接続する抵抗 3 との合成抵抗は

$$R = R_{12} + R_3 = 110/3 \Omega$$

したがって、回路全体を流れる電流は

$$I' = V/R = 3/11 \text{ A}$$

抵抗 1, 2 にかかる電圧は

$$V = V - R_3 I' = 10 - (30 \times 3/11) = 20/11 \text{ V}$$

よって抵抗 1 に流れる電流は

$$I_1 = V/R_1 = 2/11 \approx 0.18 \text{ A}$$

2 (1)

物体にはたらく張力と最大摩擦力のつり合いより、 $T = \mu M g$

答 $\mu M g$ [N]

(2)

おもりにはたらく張力と重力のつり合いより、 $T = mg$

$$\begin{aligned} (1) \text{ より, } T &= \mu M g \text{ なので,} \\ &\text{よって, } \mu = m/M \end{aligned}$$

(3)

物体の運動方程式

$$Ma = T - \mu' Mg$$

おもりの運動方程式

$$m'a = m'g - T$$

辺々加えると

$$(M + m')a = m'g - \mu' Mg$$

$$\text{よって } a = \frac{(m' - \mu' M)g}{M + m'}$$

答 m/M

$$\text{答 } \frac{(m' - \mu' M)g}{M + m'} [\text{m/s}^2]$$

2023 年度一般選抜 B 日程 物理基礎 正答例

1

[A]

(a)	ばね定数
(b)	独立性
(c)	熱容量
(d)	紫外線
(e)	誘導起電力

[B]

(1)	(b)
(2)	(b)
(3)	(d)

3

(1)

$$\lambda_A = \frac{4}{3}l_A = \frac{4}{3} \times 0.645 = 0.860 \text{ m}$$

答 0.860 m

(2)

$$\lambda_B = l_B = 0.839 \text{ m}$$

答 0.839 m

(3)

求める音速を V [m/s] とすると

$$\frac{V}{0.839} - \frac{V}{0.860} = 10.0$$

よって, $V = 343.59\cdots \text{ m/s}$

答 344m/s

2 (1) 力学的エネルギー保存より, $\frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}kx^2$

$$\text{よって, } v_A = x\sqrt{\frac{k}{m}} \text{ [m/s]}$$

$$\text{答 } x\sqrt{\frac{k}{m}} \text{ [m/s]}$$

(2) 力学的エネルギー保存より, $\frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh$

$$\text{よって, } v_A^2 = v_B^2 + 2gh$$

$$\therefore v_B = \sqrt{v_A^2 - 2gh} = \sqrt{x^2 \frac{k}{m} - 2gh}$$

$$\text{答 } \sqrt{x^2 \frac{k}{m} - 2gh} \text{ [m/s]}$$

(3) (2) の v_B がゼロとなるときに, x は最少となる。

$$0 = \sqrt{x^2 \frac{k}{m} - 2gh} \text{ より,}$$

$$x^2 \frac{k}{m} = 2gh$$

$$\therefore x = \sqrt{\frac{2ghm}{k}} = \sqrt{\frac{2(9.8\text{m/s}^2)(1.5\text{m})(3.0\text{kg})}{1.8 \times 10^2 \text{N/m}}} = 0.70 \text{ m}$$

$$\text{答 } 0.70 \text{ m}$$

2023 年度一般選抜 C 日程 物理基礎 正答例

3 (1) $F = p_0 S$ [N]

1

[A]

(a)	運動方程式
(b)	熱膨張
(c)	自由電子
(d)	音波
(e)	電離作用

(1)	(b)
(2)	(c)
(3)	(b)

答 $p_0 S$ [N]

(2) $W = Fx = p_0 S \Delta L$ [J]

2

(1) ジュール熱は, $Q_2 = R_2 I_2^2 t$ より, $300 = 20 \times I_2^2 \times 60$ よって, $I_2 = 0.50$ A

答 $p_0 S \Delta L$ [J]

答 0.50 A

(2) R_1 にも同じ電流が流れている。よって, $V = (R_1 + R_2) \cdot I_2 = 15$ V

(3) $\Delta U = Q - W = Q - p_0 S \Delta L$ [J]

答 15 V

答 $Q - p_0 S \Delta L$ [J]

(3) このとき $I_2 = 0.25$ A なので, R_2 の両端の電圧は
よって, R_1 の両端の電圧は
したがって, R_1 を流れる電流の大きさは,
よって, R_3 を流れる電流の大きさは,
 R_3 の両端の電圧は R_2 と同じ 5.0 V なので,

$$\begin{aligned}V_2 &= 20 \times 0.25 = 5.0 \text{ V} \\V_1 &= V - V_2 = 15 - 5.0 = 10 \text{ V} \\I_1 &= V_1 / R_1 = 10 / 10 = 1.0 \text{ A} \\I_3 &= I_1 - I_2 = 1.0 - 0.25 = 0.75 \text{ A} \\R_3 &= V_3 / I_3 = 5.0 / 0.75 = 6.66 \cdots \Omega\end{aligned}$$

答 6.7Ω