

物 理

- 1 次の問いに対して、最も適切なものを選択肢の中から一つ選びなさい。なお、選ぶべき選択肢の数に指定のあるものについては指示に従いなさい。

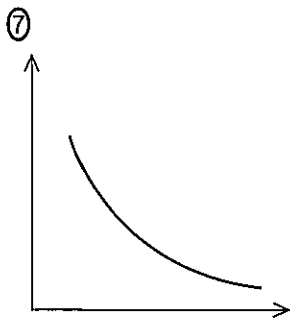
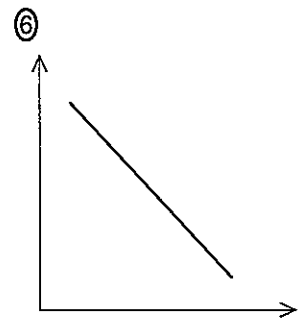
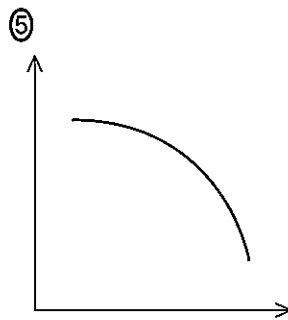
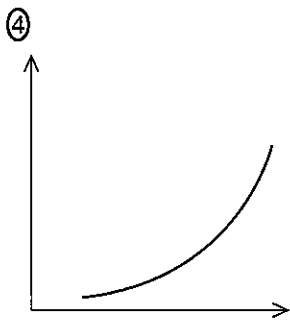
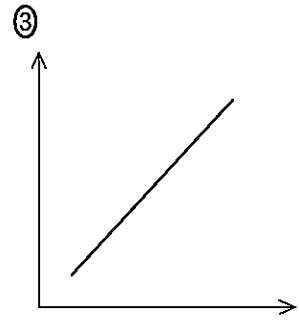
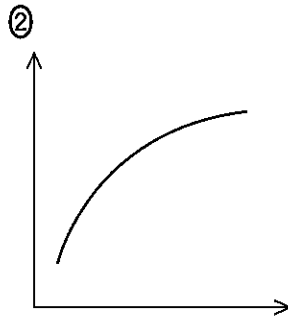
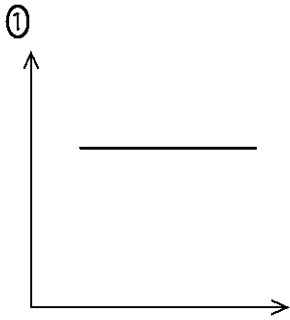
I 質量 m の小球を、高さ $h = 0$ の地面から、時刻 $t = 0$ に初速度 v_0 で、鉛直上向きに投げ上げたとき、小球が到達する最高点の高さを h_{\max} 、最高点に到達したときの時刻を t_{\max} とする。また、落ちてきた小球が地面に衝突したとき、衝突の間に小球に与えられた力積の大きさを I 、衝突で減少する力学的エネルギーを E とし、物体と地面との衝突は完全非弾性衝突とする。

以下の問いに指定された条件のグラフの概略図として適切なものを選びなさい。ただし、横軸を m としたとき、 v_0 は一定とし、横軸を v_0 としたときは、 m が一定とする。

- 問 1 横軸を m 、縦軸を h_{\max} としたグラフ。
問 2 横軸を v_0 、縦軸を h_{\max} としたグラフ。
問 3 横軸を m 、縦軸を t_{\max} としたグラフ。
問 4 横軸を v_0 、縦軸を t_{\max} としたグラフ。
問 5 横軸を m 、縦軸を I としたグラフ。
問 6 横軸を v_0 、縦軸を I としたグラフ。
問 7 横軸を m 、縦軸を E としたグラフ。
問 8 横軸を v_0 、縦軸を E としたグラフ。

- ア
イ
ウ
エ
オ
カ
キ
ク

ア～クの選択肢 (同じものを繰り返し選択してもよい)



II 図1のように、互いに直交する xy 座標系の中に、質量を無視できる半径 r の車輪を、車輪の中心点 Q が $(0, r)$ になるように設置する。時刻 $t = 0$ から、この車輪を一定の角速度 ω で図の矢印の向きに回転させる。車輪の円周上に点 P を考え、時刻 $t = 0$ のときの P の座標を $(0, 0)$ とする。

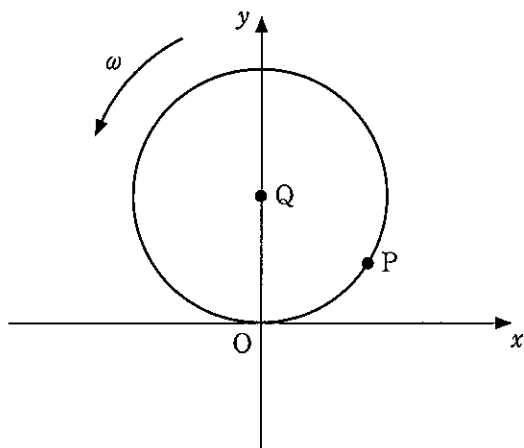


図1

問1 車輪が、 $(0, r)$ を中心にして回り続ける場合について、時刻 $t = t'$ のとき次の問いに答えなさい。

(1) 点 P の x, y 座標をそれぞれ求めなさい。

x 座標: y 座標:

, の選択肢 (同じものを繰り返し選択してもよい)

- | | | |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| ① $r\omega \sin t'$ | ② $r\omega \sin 2\pi t'$ | ③ $r \sin \omega t'$ |
| ④ $r\omega \cos t'$ | ⑤ $r\omega \cos 2\pi t'$ | ⑥ $r \cos \omega t'$ |
| ⑦ $r\omega(1 - \sin t')$ | ⑧ $r\omega(1 - \sin 2\pi t')$ | ⑨ $r(1 - \sin \omega t')$ |
| ⑩ $r\omega(1 - \cos t')$ | ⑪ $r\omega(1 - \cos 2\pi t')$ | ⑫ $r(1 - \cos \omega t')$ |

(2) 点Pの速度の x , y 成分をそれぞれ求めなさい。

x 成分: サ y 成分: シ

サ, シの選択肢 (同じものを繰り返し選択してもよい)

- | | | | |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| ① $\omega \sin t'$ | ② $\omega \sin 2\pi t'$ | ③ $\omega \sin \omega t'$ | ④ $\omega \cos t'$ |
| ⑤ $\omega \cos 2\pi t'$ | ⑥ $\omega \cos \omega t'$ | ⑦ $r\omega \sin t'$ | ⑧ $r\omega \sin 2\pi t'$ |
| ⑨ $r\omega \sin \omega t'$ | ⑩ $r\omega \cos t'$ | ⊕ $r\omega \cos 2\pi t'$ | ⊖ $r\omega \cos \omega t'$ |

問2 車輪が、 x 軸上を滑らずに一定の角速度 ω で x の負の向きへ転がり続けていく場合について、時刻 $t = t'$ のとき次の問いに答えなさい。

(1) 点Pの x , y 座標をそれぞれ求めなさい。

x 座標: ス y 座標: セ

ス, セの選択肢 (同じものを繰り返し選択してもよい)

- | | | |
|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| ① $r\omega(\sin t' - t')$ | ② $\omega(r \sin 2\pi t' - 2\pi t')$ | ③ $r(\sin \omega t' - \omega t')$ |
| ④ $r\omega(\cos t' - t')$ | ⑤ $\omega(r \cos 2\pi t' - 2\pi t')$ | ⑥ $r(\cos \omega t' - \omega t')$ |
| ⑦ $r\omega(1 - \sin t')$ | ⑧ $r(2\pi t' - \sin 2\pi t')$ | ⑨ $r(1 - \sin \omega t')$ |
| ⑩ $r\omega(1 - \cos t')$ | ⊕ $r(2\pi t' - \cos 2\pi t')$ | ⊖ $r(1 - \cos \omega t')$ |

(2) 点Pの速度の x , y 成分をそれぞれ求めなさい。

x 成分: ソ y 成分: タ

ソ, タの選択肢 (同じものを繰り返し選択してもよい)

- | | | |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| ① $r\omega \sin t'$ | ② $r\omega \sin 2\pi t'$ | ③ $r\omega \sin \omega t'$ |
| ④ $r\omega \cos t'$ | ⑤ $r\omega \cos 2\pi t'$ | ⑥ $r\omega \cos \omega t'$ |
| ⑦ $r\omega(\sin t' - 1)$ | ⑧ $r\omega(\sin 2\pi t' - 1)$ | ⑨ $r\omega(\sin \omega t' - 1)$ |
| ⑩ $r\omega(\cos t' - 1)$ | ⊕ $r\omega(\cos 2\pi t' - 1)$ | ⊖ $r\omega(\cos \omega t' - 1)$ |

Ⅲ 図2のような熱量計に液体を入れて100 Wのヒーターで加熱し、液体の温度を10 K上昇させる。液体が300 gのとき、必要な加熱時間が、2分5秒で、液体が400 gだと、同じ10 Kの上昇に2分45秒の加熱が必要となる。液体の比熱 c と、液体を除いた熱量計の金属容器の熱容量 C はいくらか。ただし、熱の移動はヒーター、液体、金属容器の間だけとし、さらに、液体と金属容器は常に熱平衡状態であるとする。

c : J/(g·K) C : J/K

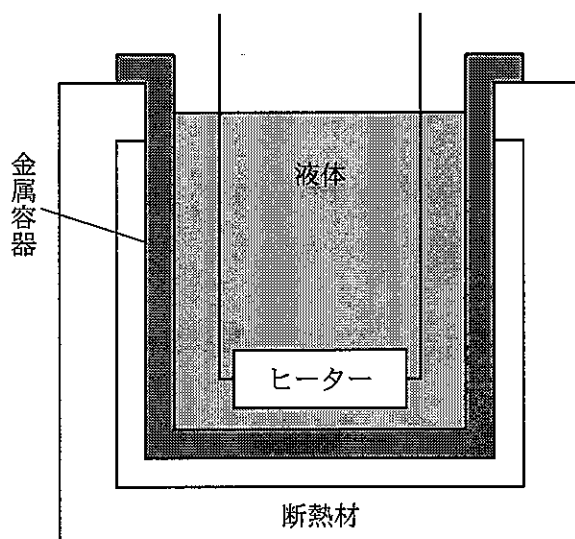


図2

チ, ツの選択肢

- | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 4 | ④ 5 | ⑤ 10 |
| ⑥ 20 | ⑦ 40 | ⑧ 50 | ⑨ 100 | ⑩ 200 |
| ⊕ 400 | ⊖ 500 | | | |

IV 静止している音源と、動いている音源から発せられた音の振動数を、静止している測定器 D で測定し、それぞれの場合に測定された振動数の差から空気中の音速 V を調べる場合を考える。音源が静止しているときの振動数の測定値を f_0 、速さ v で測定器 D に向かって等速直線運動しているときの測定値を f_1 とし、D で測定できる振動数の最小単位を f_{\min} とする。

$f_0 = 1000 \text{ Hz}$, $f_{\min} = 10 \text{ Hz}$, $v = 1 \text{ m/s}$ のとき、 $f_1 - f_0 < f_{\min}$ となり、振動数の差が測定不可能だった。

問 1 この結果から得られる、空気中の音速 V についての情報として、最善のものを求めなさい。 テ

次に、同じ $f_0 = 1000 \text{ Hz}$ の音源を自動車に乗せ、 $v = 60 \text{ km/h}$ として測定すると、 $f_1 - f_0 = 50 \text{ Hz}$ となった。

問 2 空気中の音速 V はいくらか。 ト

テ, ト の選択肢

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| ① $V < 0.01 \text{ m/s}$ | ② $V = 0.01 \text{ m/s}$ | ③ $V < 100 \text{ m/s}$ |
| ④ $V = 100 \text{ m/s}$ | ⑤ $V > 100 \text{ m/s}$ | ⑥ $V = 330 \text{ m/s}$ |
| ⑦ $V = 350 \text{ m/s}$ | ⑧ $V = 500 \text{ m/s}$ | ⑨ $V = 990 \text{ m/s}$ |

問 3 同じ音源と測定器を使用して、問 2 の V の値が測定可能となる v の最小値はいくらか。 ナ

ナ の選択肢

- | | | |
|------------|-----------|-----------|
| ① 0.01 m/s | ② 1.0 m/s | ③ 1.3 m/s |
| ④ 3.3 m/s | ⑤ 3.5 m/s | ⑥ 5.0 m/s |
| ⑦ 9.9 m/s | ⑧ 13 m/s | ⑨ 33 m/s |

問 4 この測定方法で V の値が測定可能となるために、 f_0 と v の関係が満たすべき条件を求めなさい。 ニ

ニ の選択肢

- | | | |
|---|--|--|
| ① $\frac{v}{V} \geq \frac{f_{\min}}{f_0}$ | ② $\frac{v}{V} \geq \frac{f_0 + f_{\min}}{f_0}$ | ③ $\frac{v}{V} \geq \frac{f_0 - f_{\min}}{f_0}$ |
| ④ $\frac{v}{V} \geq \frac{f_0}{f_{\min}}$ | ⑤ $\frac{v}{V} \geq \frac{f_0 + f_{\min}}{f_{\min}}$ | ⑥ $\frac{v}{V} \geq \frac{f_0 - f_{\min}}{f_{\min}}$ |
| ⑦ $\frac{v}{V} \geq \frac{f_0}{f_0 + f_{\min}}$ | ⑧ $\frac{v}{V} \geq \frac{f_{\min}}{f_0 + f_{\min}}$ | ⑨ $\frac{v}{V} \geq f_0 - f_{\min}$ |
| ⑩ $\frac{v}{V} \geq f_0 + f_{\min}$ | ⊕ $\frac{v}{V} \geq \frac{1}{f_0 - f_{\min}}$ | ⊖ $\frac{v}{V} \geq \frac{1}{f_0 + f_{\min}}$ |

V 図3のように抵抗値 R の抵抗，電気容量 C のコンデンサー，自己インダクタンス L のコイル，交流電源からなる回路がある。抵抗，コンデンサー，コイルの順に流れる電流の向きを正とし，その向きに電流を流そうとする電圧を正とする。次の問いに答えなさい。

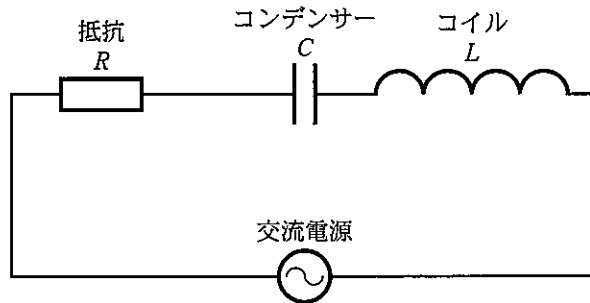
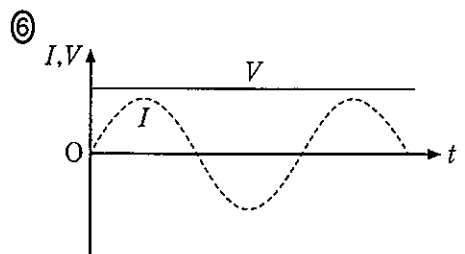
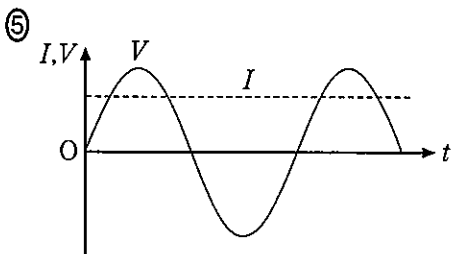
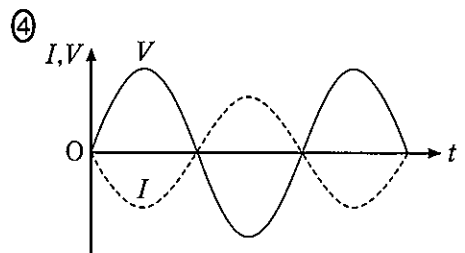
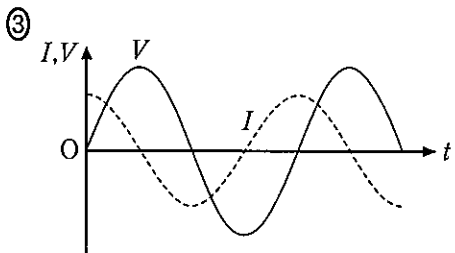
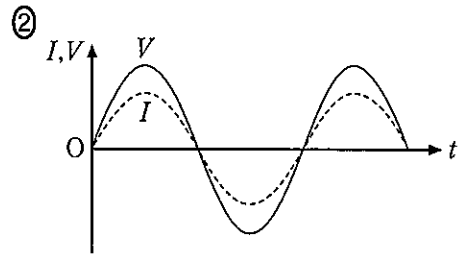
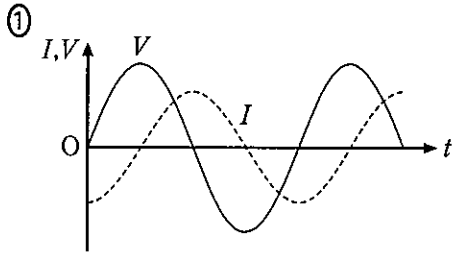


図 3

問 1 抵抗，コンデンサー，コイルそれぞれについて，加わる電圧 V の時間変化と流れる電流 I の時間変化をあらわしたグラフを選択肢から選びなさい。ただし，グラフの横軸は時刻 t をあらわし，実線は V の時間変化，点線は I の時間変化をあらわしている。

抵抗： 又 コンデンサー： ネ コイル： ノ

又, ネ, ノの選択肢 (同じものを繰り返し選択してもよい)



問 2 交流電源の周波数を変えていくと、ある周波数 f_r の時に、交流電源の電圧 V の時間変化と回路全体を流れる電流 I の時間変化の関係が図4のようになった。 f_r を求めなさい。ただし、グラフの横軸は時刻 t をあらわし、実線は V の時間変化、点線は I の時間変化をあらわしている。

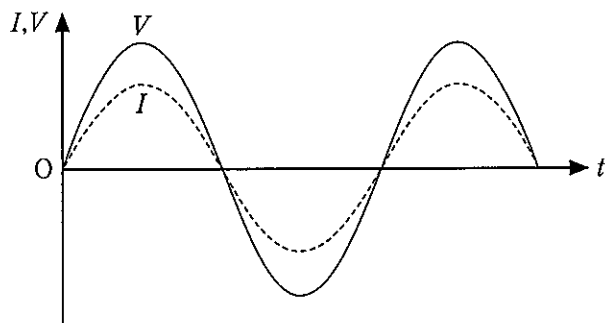


図 4

八

八の選択肢

- | | | |
|-------------------------|-------------------|-----------------------------|
| ① LC | ② $\frac{1}{LC}$ | ③ \sqrt{LC} |
| ④ $\frac{1}{\sqrt{LC}}$ | ⑤ $2\pi\sqrt{LC}$ | ⑥ $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ |

問 3 交流電源の周波数と回路全体を流れる交流電流の実効値 I_e の関係をあらわしたグラフを選択肢から選びなさい。ただし、グラフの横軸は交流電源の周波数、縦軸は I_e をあらわす。

七

問 4 交流電源の周波数と抵抗に加わる交流電圧の実効値 V_e の関係をあらわしたグラフを選択肢から選びなさい。ただし、グラフの横軸は交流電源の周波数、縦軸は V_e をあらわす。

フ

ヒ, フの選択肢 (同じものを繰り返し選択してもよい)

