

物 理 B

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。[解答番号 ～] (配点 20)

次の文章のうち、正しいことを述べた文章を、～ のうちから一つ選べ。

問1 原子について

原子核は、同じ数の中性子と陽子からできているため、電氣的に中性になっている。

原子では、原子核のまわりを、中性子と同じ数の電子がクーロン力を受けながら回転している。

放射性原子が崩壊すると、原子核は質量数が4つ減って別の原子になってしまう。

放射性原子が崩壊すると、原子核は原子番号が1つ減って別の原子になってしまう。

放射性原子が崩壊すると、原子核は質量数は減らないが別の原子になってしまう。

問2 電気抵抗について

電気抵抗の大きさは、一般に温度が高くなれば抵抗値が小さくなる性質を持っている。

電気抵抗の大きさは、抵抗の長さに比例する。

電気抵抗の大きさは、抵抗の断面積に比例する。

電気抵抗の大きさは、抵抗の長さや断面積などの形状にはよらず、その材質によってのみ変化する。

電気抵抗に電流が流れているとき、その抵抗は静電エネルギーを蓄えている。

問3 音波について 3

音速は、空気中と水中では、空気中の方が速い。

空気中の音速は、気温が高いほど速い。

音波は光波に比べて波長が短いので、音波の方が光波より回折しにくい。

音波は光波と違って疎密波なので、反射による位相変化が起こらない。

音速が一定のとき、波長と振動数は正比例の関係にある。

問4 電荷と電場(電界)について 4

半径 r の球形の導体に電荷 q を与えると、導体中に均一に分布し、導体中の電場はそれより内側の全電荷によって計算されることになる。

電場の強さ E の中に電荷 q を置くと、その電荷は qE の大きさの静電エネルギーを持つことになる。

電場の様子は、電気力線で表され、電気力線の密度が小さいところほど強い。

電気力線は、電位の低いところから電位の高いところに伸びておりこの傾斜が大きいたる所ほど電場は強い。

電気力線と垂直に、等電位線があり、この間隔が狭いたる所ほど電場は強い。

問5 運動の法則について 5

等速直線運動をしている物体にはたらく力は、この合力が0になっている。

物体には、慣性という性質がある。これは、静止しているものは静止を続け、動いているものは静止しようとする性質のことである。

物体に力を加えると、物体の速度は変化する。この速度の変化は、力の大きさのみに影響される。

物体にはたらいっている力がつりあっているとき、物体は必ず静止している。

物体 A が物体 B に力を及ぼすと、物体 B は逆向きに同じ大きさの力を物体 A に及ぼすことになる。これは作用反作用の法則とよばれ、この2つの力は同時につりあいの関係にある。

第2問 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 20)

図1のように、細くてまっすぐな針金が両端を固定して張られており、中心に穴をあけた質量 m の3個の小球が等間隔 ℓ で通されて静止している。小球を左端から順に、小球1、小球2、小球3と呼び、小球と針金および、床との間の摩擦は無視できるものとする。また、針金は曲がらないとする。いま、一番左端の小球1に大きさ F の一定の力を右向きに加えると、小球1は小球2、小球3に次々に衝突する。その間小球1には一定の力 F が加え続けられている。このときの小球の運動について考えてみよう。ただし、小球の衝突はすべて完全非弾性衝突とし、衝突の際には、力 F による力積は無視してよいものとする。

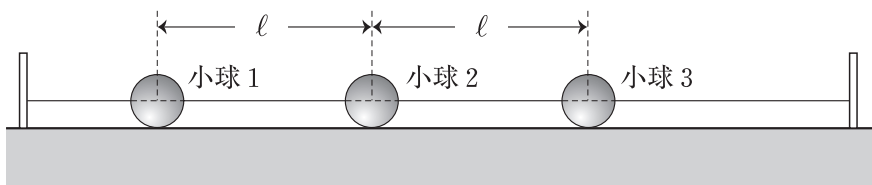


図 1

問1 小球1が動きはじめてから、小球2に衝突するまでの時間 t_0 はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 $t_0 =$

$$\sqrt{\frac{m\ell}{F}}$$

$$\sqrt{\frac{2m\ell}{F}}$$

$$\sqrt{\frac{m\ell}{2F}}$$

$$\frac{m\ell}{F}$$

$$\frac{2m\ell}{F}$$

$$\frac{m\ell}{2F}$$

問2 小球1が小球2に衝突する直前の速さ v_1 はいくらか。正しいものを、次の
 ~ のうちから一つ選べ。 $v_1 = \boxed{2}$

$$\sqrt{\frac{F\ell}{2m}}$$

$$\sqrt{\frac{F\ell}{m}}$$

$$\sqrt{\frac{2F\ell}{m}}$$

$$\frac{F\ell}{2m}$$

$$\frac{F\ell}{m}$$

$$\frac{2F\ell}{m}$$

問3 衝突直後、一体化した小球1と小球2の速さ v_2 はいくらか。正しいものを、
 次の ~ のうちから一つ選べ。 $v_2 = \boxed{3}$

$$v_1$$

$$\frac{1}{2}v_1$$

$$\frac{1}{3}v_1$$

$$0$$

$$2v_1$$

$$3v_1$$

問4 一体化した小球1と小球2の加速度の大きさはいくらか。正しいものを、次の
 ~ のうちから一つ選べ。 $\boxed{4}$

$$\frac{F}{3m}$$

$$\frac{2F}{3m}$$

$$\frac{F}{m}$$

$$\frac{F}{2m}$$

$$\frac{2F}{m}$$

$$\frac{3F}{m}$$

問5 一体化した小球1, 2が小球3と衝突した直後の速さを V とすると、小球3
 が受けた力積の大きさはいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選
 べ。 $\boxed{5}$

$$3mV$$

$$2mV$$

$$mV$$

$$3FV$$

$$2FV$$

$$FV$$

第3問 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 20)

図1のように、ばね定数 k の軽いばねを壁に取り付け、質量 m の小物体を用いてばねを縮めて、動きはじめるかどうかを調べた。ばねの自然長からの縮みを x とすると、 $x = d_0$ のとき静止したままであり、 $x = d_1$ ($d_1 > d_0 > 0$) が静止していられる限界であった。小物体と床との間の静止摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とする。

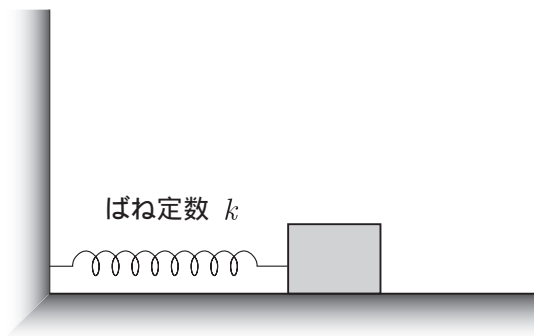


図 1

問1 $x = d_0$ のとき、小物体にはたらく静止摩擦力の大きさはいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

kd_0

$2kd_0$

$\frac{1}{2}kd_0$

μmg

$2\mu mg$

$\frac{1}{2}\mu mg$

問2 床と小物体との間の静止摩擦係数 μ はいくらか。正しいものを，次の ~ のうちから一つ選べ。 $\mu = \boxed{2}$

$$\frac{kd_1}{mg}$$

$$\frac{2kd_1}{mg}$$

$$\frac{mg}{kd_1}$$

$$\frac{kd_0}{mg}$$

$$\frac{2kd_0}{mg}$$

$$\frac{mg}{kd_0}$$

次に， $x = d_2$ ($d_2 > d_1$) とし，静かに小物体を離したところ，小物体は動き始めた。

問3 動き始めた直後の小物体の加速度の大きさはいくらか。正しいものを，次の ~ のうちから一つ選べ。 $\boxed{3}$

$$\frac{kd_2}{m}$$

$$\frac{2kd_2}{m}$$

$$\frac{kd_2}{2m}$$

$$\frac{kd_2}{m} - \mu'g$$

$$\frac{2kd_2}{m} - \mu'g$$

$$\frac{kd_2}{2m} - \mu'g$$

問4 ばねがはじめて自然長になったときの小物体の速さはいくらか。正しいものを，次の ~ のうちから一つ選べ。 $\boxed{4}$

$$\sqrt{\frac{k}{m}d_2^2 - \mu'gd_2}$$

$$\sqrt{\frac{k}{m}d_2^2 - 2\mu'gd_2}$$

$$\sqrt{\frac{k}{m}d_2^2 + 2\mu'gd_2}$$

$$\frac{k}{m}d_2^2 - \mu'gd_2$$

$$\frac{k}{m}d_2^2 - 2\mu'gd_2$$

$$\frac{k}{m}d_2^2 + 2\mu'gd_2$$

問5 ばねがはじめて自然長になるまでに発生した摩擦熱はいくらか。正しいものを，次の ~ のうちから一つ選べ。 $\boxed{5}$

$$kd_2$$

$$\frac{1}{2}kd_2$$

$$2kd_2$$

$$\frac{1}{2}\mu'mgd_2$$

$$\mu'mgd_2$$

$$2\mu'mgd_2$$

第4問 次の各問い(問1～5)に答えよ。 [解答番号 ~] (配点 20)

抵抗，コンデンサー，スイッチ，および電池を用いて図1のような回路を作った。
ただし，はじめコンデンサーには電荷が蓄えられていないものとする。

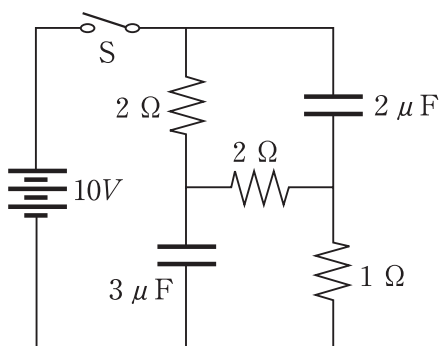


図 1

問1 スイッチを入れた瞬間に，電池を流れる電流はいくらか。正しいものを，次の
～ のうちから一つ選べ。

- | | | | |
|------|------|-------|-----|
| 1 A | 2 A | 2.5 A | 5 A |
| 10 A | 20 A | | |

問2 スイッチを入れてから十分時間が経ったとき，電池を流れる電流はいくらか。
正しいものを，次の ～ のうちから一つ選べ。

- | | | | |
|-----|------|-------|-------|
| 1 A | 2 A | 2.5 A | 3.3 A |
| 5 A | 10 A | | |

問3 スイッチを入れてから十分時間が経ったとき、コンデンサーに蓄えられている電荷の組み合わせはどのようになるか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

$$2\mu\text{F} : 4\mu\text{C} \quad 3\mu\text{F} : 3\mu\text{C}$$

$$2\mu\text{F} : 8\mu\text{C} \quad 3\mu\text{F} : 3\mu\text{C}$$

$$2\mu\text{F} : 8\mu\text{C} \quad 3\mu\text{F} : 9\mu\text{C}$$

$$2\mu\text{F} : 8\mu\text{C} \quad 3\mu\text{F} : 18\mu\text{C}$$

$$2\mu\text{F} : 16\mu\text{C} \quad 3\mu\text{F} : 6\mu\text{C}$$

$$2\mu\text{F} : 16\mu\text{C} \quad 3\mu\text{F} : 18\mu\text{C}$$

問4 スイッチを入れてから十分時間が経ったとき、コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーの合計はどのようになるか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

$$5.5\mu\text{J}$$

$$22\mu\text{J}$$

$$38\mu\text{J}$$

$$40\mu\text{J}$$

$$70\mu\text{J}$$

$$118\mu\text{J}$$

問5 続いて、スイッチを切った瞬間に1 の抵抗に流れる電流の向きと大きさはどのようになるか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

$$\text{下へ } 1\text{ A}$$

$$\text{上へ } 1\text{ A}$$

$$\text{下へ } 1.5\text{ A}$$

$$\text{上へ } 1.5\text{ A}$$

$$\text{下へ } 2\text{ A}$$

$$\text{上へ } 2\text{ A}$$

第5問 次の各問い(問1～5)に答えよ。[解答番号 ～] (配点 20)

x 軸の正の方向に進む正弦波がある。図1は、この波の $t = 0$ の波形を示している。この波は、2秒後にはじめて同じ波形を示した。

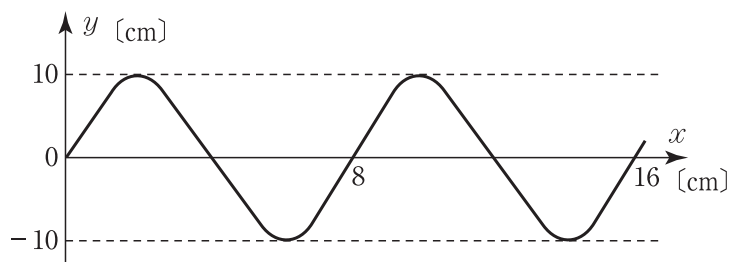


図 1

問1 この波の速さと振動数を正しく表したものはどれか。正しいものを、次の～のうちから一つ選べ。

$v = 2 \text{ cm/s}$ $f = 0.5 \text{ Hz}$

$v = 2 \text{ cm/s}$ $f = 1 \text{ Hz}$

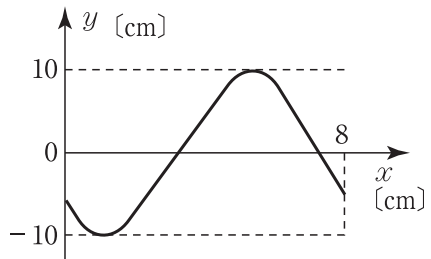
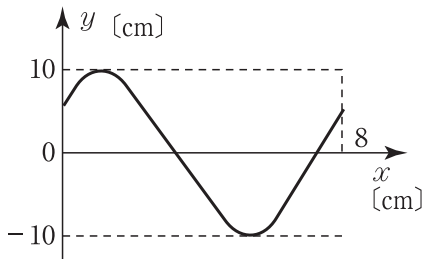
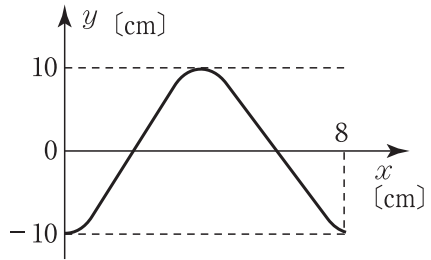
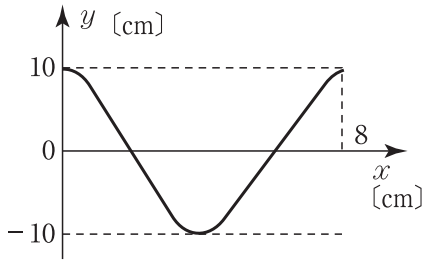
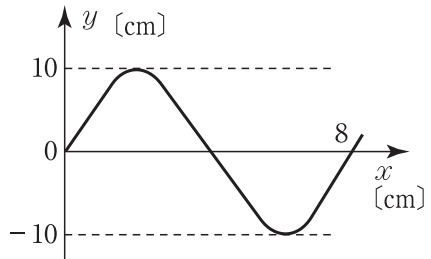
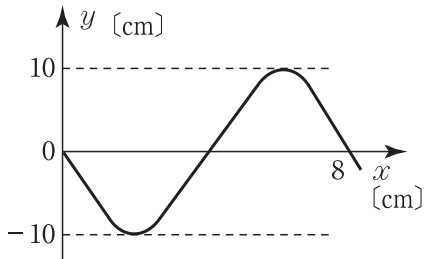
$v = 4 \text{ cm/s}$ $f = 0.5 \text{ Hz}$

$v = 4 \text{ cm/s}$ $f = 1 \text{ Hz}$

$v = 5 \text{ cm/s}$ $f = 0.5 \text{ Hz}$

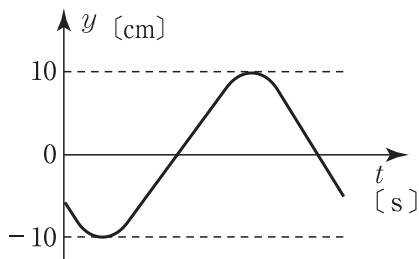
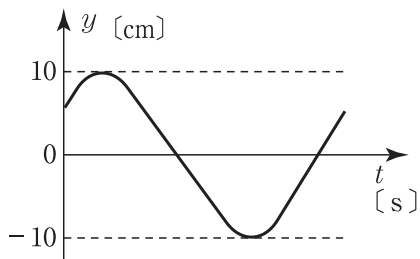
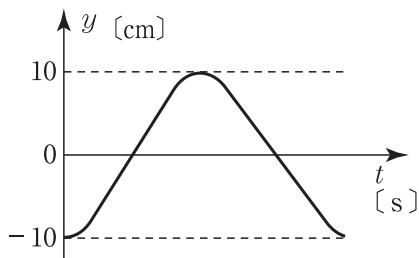
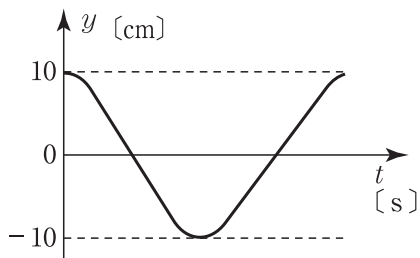
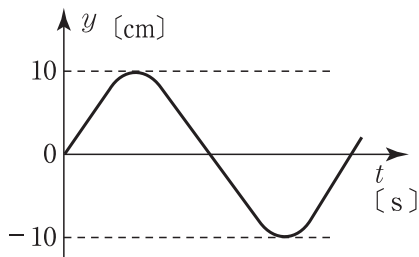
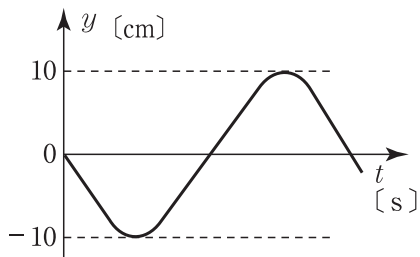
$v = 5 \text{ cm/s}$ $f = 1 \text{ Hz}$

問2 11秒後の原点付近の波形はどうなるか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 2



物理 B

問3 $x = 36$ [cm] の位置の $t = 0$ からの変位はどうなるか。正しいものを、次の
 ~ のうちから一つ選べ。 3



問4 この波の変位 y を t と x で表すとどうなるか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 4

$$y = 10 \sin \left[2\pi \left(\frac{t}{2} - \frac{x}{8} \right) \right]$$

$$y = 10 \sin \left[2\pi \left(\frac{t}{2} + \frac{x}{8} \right) \right]$$

$$y = 10 \sin \left[2\pi \left(\frac{t}{2} - \frac{x}{8} \right) + \pi \right]$$

$$y = 10 \sin \left[2\pi \left(\frac{t}{2} + \frac{x}{8} \right) + \pi \right]$$

$$y = 10 \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{2} - \frac{x}{8} \right) \right]$$

$$y = 10 \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{2} + \frac{x}{8} \right) \right]$$

問5 $x = 16$ [cm] の位置に反射板をおいて、この反射板に入射した波を反射させた。入射波と反射波は重なることで定常波を生じる。反射板に最も近い節の座標はどうなるか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。ただし、反射により波の位相はずれないものとする。 5

4

8

10

12

14

15