

物 理

第1問 トランポリン台を水平な床に設置し、そのマットの上に質量 m [kg] の物体を静かに置いたとき、トランポリンのマット面は x_0 [m] 変位した。また、その物体をマット面から h [m] の高さより自由落下させたところ、マット面の位置は最大 x_m [m] 変位した。これらの様子を図1-1に示す。ただし、トランポリンのマットに質量は無く、力に対するマットの変位はフックの法則に従うものとする。また、これらの運動における力学的エネルギーの損失は無いものとし、重力加速度 g の値は 10 m/s^2 とする。

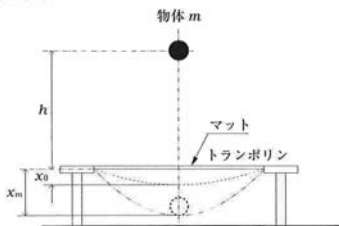


図1-1

- (1) 物体を高さ h [m] より落下させたとき、マット衝突時の速さは何 m/s か。正しいものを、次の1~9のうちから一つ選べ。解答番号は[1]

1 $\sqrt{2gh}$	2 $\sqrt{\frac{gh}{2}}$	3 \sqrt{gh}	4 $\sqrt{\frac{g}{h}}$	5 $\sqrt{\frac{h}{g}}$
6 $\sqrt{\frac{2h}{g}}$	7 $\sqrt{\frac{h}{2g}}$	8 $\sqrt{\frac{2g}{h}}$	9 $\sqrt{\frac{g}{2h}}$	

- (2) 上問(1)において、物体が落下してマット面に衝突するまでの所要時間は何 s か。正しいものを、次の1~9のうちから一つ選べ。解答番号は[2]

1 $\sqrt{2gh}$	2 $\sqrt{\frac{gh}{2}}$	3 \sqrt{gh}	4 $\sqrt{\frac{g}{h}}$	5 $\sqrt{\frac{h}{g}}$
6 $\sqrt{\frac{2h}{g}}$	7 $\sqrt{\frac{h}{2g}}$	8 $\sqrt{\frac{2g}{h}}$	9 $\sqrt{\frac{g}{2h}}$	

物体の質量 $m = 60 \text{ kg}$ のとき、変位 $x_0 = 0.060 \text{ m}$ (6.0 cm) であった。

- (3) 力に対するマットの変化のばね定数 k は何 N/m か。正しいものを、次の 1～9 のうちから一つ選べ。解答番号は [3]

- | | | | | | | | |
|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|
| 1 | 1.0×10^2 | 2 | 5.0×10^2 | 3 | 1.0×10^3 | 4 | 2.0×10^3 |
| 5 | 5.0×10^3 | 6 | 1.0×10^4 | 7 | 2.0×10^4 | 8 | 5.0×10^4 |
| 9 | 1.0×10^5 | | | | | | |

- (4) 落下した後、物体がトランポリンのバネによって初速 v_0 [m/s] で空中に投げ出されてから、再びマット面に接触するまでの滞空時間 T は何 s か。正しいものを、次の 1～9 のうちから一つ選べ。解答番号は [4]

- | | | | | | | | | | |
|---|------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|---|------------------------|---|-----------------|
| 1 | $2gv_0$ | 2 | $\frac{g}{\sqrt{2v_0}}$ | 3 | $\frac{\sqrt{2v_0}}{g}$ | 4 | $\frac{2v_0}{g}$ | 5 | $\frac{v_0}{g}$ |
| 6 | $\frac{v_0}{2g}$ | 7 | $\sqrt{2v_0g}$ | 8 | $\frac{2g}{v_0}$ | 9 | $\sqrt{\frac{v_0}{g}}$ | | |

- (5) 上問(4)の滞空時間 T [s] を用いて、空中に投げ出された物体が最も上昇した高さを表す h と何 m か。正しいものを、次の 1～9 のうちから一つ選べ。解答番号は [5]

- | | | | | | | | | | |
|---|------------------|---|------------------|---|------------------|---|----------------|---|----------------|
| 1 | $\frac{gT^2}{2}$ | 2 | $\frac{gT^2}{4}$ | 3 | $\frac{gT^2}{8}$ | 4 | $\frac{gT}{2}$ | 5 | $\frac{gT}{4}$ |
| 6 | $\frac{gT}{8}$ | 7 | $\frac{T}{2g}$ | 8 | $\frac{4T^2}{g}$ | 9 | $\frac{8g}{T}$ | | |

- (6) 物体を高さ $h = 3.0 \text{ m}$ より落下させたとき、マット面が下がる最大変位 x_m は何 m か。正しいものを、次の 1～9 のうちから一つ選べ。なお、平方根の計算は根号内の有効数字を 2 桁として開け。また、必要な場合、2 次方程式

$$ax^2 + bx + c = 0 \text{ の解は } x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \text{ であることを用いよ。解答番号は [6]}$$

- | | | | | | | | | | |
|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|
| 1 | 0.10 | 2 | 0.30 | 3 | 0.36 | 4 | 0.60 | 5 | 0.66 |
| 6 | 1.7 | 7 | 2.4 | 8 | 3.0 | 9 | 6.0 | | |

- (7) 上問(6)において物体がマット面から受ける垂直抗力は何 N か。正しいものを、次の 1～9 のうちから一つ選べ。解答番号は [7]

- | | | | | | | | |
|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|
| 1 | 300 | 2 | 600 | 3 | 1.2×10^3 | 4 | 3.0×10^3 |
| 5 | 6.0×10^3 | 6 | 6.6×10^3 | 7 | 3.6×10^4 | 8 | 6.0×10^4 |
| 9 | 6.6×10^5 | | | | | | |

今度は、トランボリンを鉛直な壁に固定し、マット面中央に接触するように同じ物体を長さ $L = 16 \text{ m}$ の軽くて伸びないワイヤーで吊した。その様子を図 1-2 に示す。ただし、物体がマット面を押しているとき物体はマットと一体となり、ワイヤーの影響は受けないものとする。

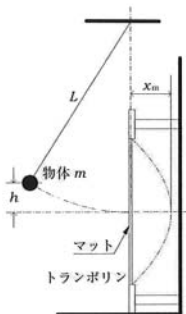


図 1-2

- (8) 図 1-2 のように物体を高さ h [m] まで引き上げてから静かに放した。マット面に衝突する時の速さは何 m/s か。正しいものを、次の 1～9 のうちから一つ選べ。解答番号は [8]

- | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|---|----------------------|
| 1 | $\sqrt{2gh}$ | 2 | $\sqrt{\frac{gh}{2}}$ | 3 | \sqrt{gh} | 4 | $\sqrt{\frac{g}{h}}$ | 5 | $\sqrt{\frac{h}{g}}$ |
| 6 | $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ | 7 | $\sqrt{\frac{h}{2g}}$ | 8 | $\sqrt{\frac{2g}{h}}$ | 9 | $\sqrt{\frac{g}{2h}}$ | | |

- (9) 物体衝突後のマット面の最大変位 x_m [m] はどう表せるか。正しいものを、次の1～9のうちから一つ選べ。解答番号は[9]

1 $\sqrt{\frac{k}{2mgh}}$	2 $\sqrt{\frac{2kh}{mg}}$	3 $\frac{mg}{k}$	4 $\frac{mgh}{k}$	5 $\frac{mg}{kh}$
6 $\sqrt{\frac{2mgh}{k}}$	7 $\sqrt{\frac{2k}{mgh}}$	8 $\sqrt{\frac{mgh}{k}}$	9 $\frac{2mgh}{k}$	

- (10) 物体がマット面に接触してから離れるまでの時間は何sか。正しいものを、次の1～9のうちから一つ選べ。解答番号は[10]

1 $\frac{2}{\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$	2 $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	3 $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$	4 $\sqrt{\frac{m}{k}}$	5 $\sqrt{\frac{k}{m}}$
6 $\frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$	7 $\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	8 $\frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$	9 $\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$	

- (11) 高さ $h = 0.4$ m としたとき、物体がマット面を離れ再び接触するまでのいわゆる振り子運動している時間はおよそ何sか。正しいものを、次の1～9のうちから一つ選べ。ただし $\pi \approx \sqrt{10}$ として計算せよ。解答番号は[11]

1 0.50	2 1.0	3 2.0	4 3.0	5 4.0
6 5.0	7 6.0	8 8.0	9 16	

- (12) 物体の高さを1.5 (3/2) 倍にしたとき、上問(11)と同じ振り子運動の時間はおおよそ何倍になるか。正しいものを、次の1～5のうちから一つ選べ。解答番号は[12]

1 4/9	2 2/3	3 1	4 3/2	5 9/4
-------	-------	-----	-------	-------

第2問 電気に関する問題である。

- I 図2-1のように、ポリ袋の切れ端でアクリル棒を強くこすり、その後、両者を引き離したところ、アクリル棒に正の電荷、ポリ袋に負の電荷が現れた。これは、よく知られた摩擦電気という現象である。以下の問いに答えよ。



図2-1

- (1) 摩擦電気の正体は、物体同士の接触による物体間の電子の移動である。発生した摩擦電気の電気量を 8.0 mC とするとき、この摩擦によって移動した電子の個数は何個か。正しいものを、次の1~4のうちから一つ選べ。ただし、電子1個の電気量を $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ とする。解答番号は[13]

1 2.0×10^{16} 個 2 2.5×10^{16} 個 3 5.0×10^{16} 個 4 1.0×10^{17} 個

- (2) この摩擦電気に関する説明として、誤っているものはどれか。次の1~4のうちから一つ選べ。解答番号は[14]

- 1 アクリル棒に現れた電気量と、ポリ袋に現れた電気量は、理論的には、互いに大きさが等しい。
- 2 電子は、アクリル棒からポリ袋に移動する。
- 3 摩擦電気は絶縁体特有の現象であって、アクリル棒を金属棒に変えると、摩擦電気は起こらない。
- 4 アクリル棒とポリ袋の間に働く静電気力は、引力である。

(3) 電荷の正と負に関する記述として、最も適当なものはどれか。次の1～4のうちから一つ選べ。解答番号は[5]

- 1 電子の電荷が正ではなくて負なのは、自然が定めたものである。
- 2 電荷間の相互作用に引力と反発力があることを説明するには、同種の電荷は互いに反発し、異種の電荷は互いに引き合うと考える以外に可能性はない。
- 3 電荷を正と負で表すことにより、2種類の電荷の電気量の合成を和や差で扱うことができる。
- 4 電荷は正と負があり、加えると消失するので、電気量保存の法則は必ずしも成り立たない。

II 金属中を流れる電流は、金属結晶全体を自由に移動できる自由電子の流れである。以下の問いに答えよ。

- (4) 100 mA の電流が流れている金属線がある。この金属線を5分間に流れる電気量は何C (クーロン) か。正しいものを、次の1~8のうちから一つ選べ。解答番号は16

1	2	2	3	3	5	4	10
5	20	6	30	7	50	8	100

- (5) 上問(4)において、金属線の両端の電圧(電位差)は5Vであった。この金属線の電気抵抗は何Ωか。正しいものを、次の1~8のうちから一つ選べ。解答番号は17

1	0.02	2	0.05	3	0.2	4	0.5
5	2	6	5	7	20	8	50

- (6) この金属線の断面積を 0.01 mm^2 、長さを50 cm とすると、この金属の抵抗率は何 $\Omega \cdot \text{m}$ か。正しいものを、次の1~8のうちから一つ選べ。解答番号は18

1	1×10^{-8}	2	2×10^{-8}	3	5×10^{-8}	4	10×10^{-8}
5	20×10^{-8}	6	50×10^{-8}	7	100×10^{-8}	8	200×10^{-8}

- (7) 金属線の電気抵抗や抵抗率に関する説明として、誤っているものを、次の1~5のうちから一つ選べ。解答番号は19

- 1 金属線の電気抵抗は、その断面積に反比例する。
- 2 金属線の電気抵抗は、その長さに比例する。
- 3 抵抗率は物質固有の量であり、金属線の形状とは関係ない。
- 4 金属の場合、温度が上がると一般に電流が流れやすくなるので、抵抗率は小さくなる。
- 5 抵抗率は単位断面積をもつ金属線の単位長さあたりの電気抵抗である。

- Ⅲ 同じ材質、同じ長さで、断面積のみ異なる金属棒 1、2 を、図 2-2 のように直列に接続し、そこに電圧 E [V] をかけた。金属棒 1 の断面積を S_1 [m^2]、金属棒 2 の断面積を S_2 [m^2]、長さ ab 、 bc を共に L [m] として、以下の問いに答えよ。

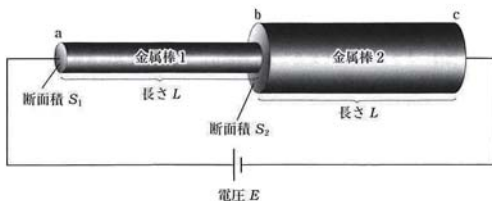


図 2-2

- (8) 金属棒 1 を流れる電流が I [A] であったとき、金属棒 2 を流れる電流は何 A か。正しいものを、次の 1～6 のうちから一つ選べ。解答番号は 20

- | | | |
|------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1 $\frac{S_2}{S_1} I$ | 2 I | 3 $(1 + \frac{S_2}{S_1}) I$ |
| 4 $\sqrt{\frac{S_2}{S_1}} I$ | 5 $(1 + \sqrt{\frac{S_2}{S_1}}) I$ | 6 $\sqrt{1 + \frac{S_2}{S_1}} I$ |

- (9) この 2 つの金属棒に関する記述として、最も適当な記述はどれか。次の 1～6 のうちから一つ選べ。解答番号は 21

- 1 金属棒 1 の方が、自由電子の平均移動速度が小さい。
- 2 金属棒 2 の方が、自由電子の平均移動速度が小さい。
- 3 金属棒 1 の方が、自由電子密度が小さい。
- 4 金属棒 2 の方が、自由電子密度が小さい。
- 5 金属棒 1 の方が、抵抗率が小さい。
- 6 金属棒 2 の方が、抵抗率が小さい。

- (10) 2点 a、b 間の電位差は何 V か。正しいものを、次の 1～6 のうちから一つ選べ。
解答番号は 22

1 $\frac{S_1}{S_2}E$

2 $\frac{S_1}{S_1+S_2}E$

3 $(1-\frac{S_1}{S_2})E$

4 $\frac{S_2}{S_1}E$

5 $\frac{S_2}{S_1+S_2}E$

6 $(\frac{S_2}{S_1}-1)E$

第3問 一般社会で使用されている電気に関する問題である。次の各文中の空欄 (A) ~ (S) に該当する最も適当な語句、記号、数値をそれぞれの解答群から一つずつ選び、番号で答えよ。また、(6)(7)の設問に答えよ。

- (1) 家庭で使っている電気の多くは (A) で作られ、送電線によって運ばれてくる。この電気は時間と共に電圧の向きと大きさが規則正しく変化する (B) の電気である。この電圧は正の値と負の値の間を変化しているが、1回の繰り返しに要する時間を (C) といい、1秒間の正と負の繰り返し数を (D) という。解答番号は A が 23、B が 24、C が 25、D が 26

(A) ~ (D) の解答群

- | | | | |
|------|--------|-------|-------|
| 1 周期 | 2 所要時間 | 3 回転数 | 4 周波数 |
| 5 直流 | 6 交流 | 7 太陽光 | 8 発電所 |

- (2) 大規模で安定的に発電する代表的な方法として、水力発電、(E)、(F) などがある。水力発電はダムから落下する水の力で発電機の羽を回転させて発電する。(E) と福島県で地震による事故を発生させた (F) は、いずれも (G) によって水を (H) に変え、この (H) で発電機の羽を回転させることによって、電気を発電している。解答番号は E が 27、F が 28、G が 29、H が 30

(E) ~ (H) の解答群

- | | | | |
|--------|---------|--------|--------|
| 1 水蒸気 | 2 波力 | 3 地熱発電 | 4 火力発電 |
| 5 風力発電 | 6 原子力発電 | 7 風 | 8 熱 |

- (3) 日本で使われている電気はおおまかに中部地方を境に西は (I) Hz、東は (J) Hz となっている。また、一般家庭のコンセントで得られる電圧は 100V といわれるが、この電圧の実際の最大値は約 (K) V であり、一般に呼ばれている 100V とはこの電圧の (L) といわれる値である。解答番号は I が 31、J が 32、K が 33、L が 34

(I) ~ (L) の解答群

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| 1 40 | 2 50 | 3 60 | 4 120 |
| 5 140 | 6 220 | 7 平均値 | 8 実効値 |

- (4) 発電所で発電した電力は都市や工場地帯まで、非常に高い電圧 V_p で送電している。ここで、送電線に流れる電流を I 、送電線の持つ抵抗を R とすると、この送電線の抵抗によって損失する電力 P_L は (M) で表せる。また、一般に電力 P は、電圧 V と電流 I を用いて (N) で表せる。したがって、輸送する電力 P が一定の場合を考えたとき、送電する電圧の値を (O) し、電流を (P) して送電すれば、送電側が供給する電力を変えずに送電線が損失する電力 P_L を減らすことができ、送電の効率を高められる。解答番号は M が 35、N が 36、O が 37、P が 38

(M) ~ (P) の解答群

- 1 VI 2 V^2I 3 IR 4 I^2R
 5 小さく 6 大きく

- (5) 送電されてきた高電圧の電気は、より (Q) 電圧に変換されて家庭に引き込まれる。この変換装置は電柱の上に設置されており、これを変圧器という。これは鉄心と 2 つのコイルでできた構造となっている。一次コイルに (R) 電源を接続すると鉄心の中の磁束 (磁束線の数) が変化し、(S) によって二次コイルにも交流の電圧が発生する。解答番号は Q が 39、R が 40、S が 41

(Q) ~ (S) の解答群

- 1 直流 2 交流 3 低い 4 高い
 5 コンデンサ 6 静電誘導 7 電磁誘導

図3-1のような道路脇の電柱上にある変圧器に、送電線から6000Vの電圧が供給され、この変圧器によって変換され電圧が家庭に100Vで供給されているとする。この変圧器の一次コイルとなる送電線側のコイルの巻き数が3000回巻きとした場合に、以下の問に答えよ。

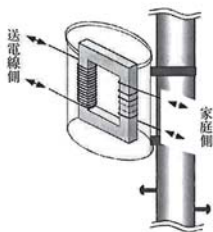


図3-1

- (6) 家庭側の二次コイルの巻き数 n はいくらであればよいか。正しいものを次の1~5から一つ選べ。ただし、電圧変換時の電力の損失はないものとする。解答番号は 42

1 2 2 30 3 50 4 60 5 200

- (7) この変圧器の二次コイルに接続されているコンセントに、ある電気器具をつないだところ、この器具に12Aの電流が流れた。このとき送電線側の一次コイルには何Aの電流が流れたか。正しいものを次の1~5から一つ選べ。ただし、変換時および電気器具の電力の損失はないものとする。解答番号は 43

1 0.20 2 0.60 3 5.0 4 30 5 60

物 理

解答番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
解 答	1	6	6	4	3	5	6	1	6	7	5	3	3	3	3	6	8	7	4	2	2	5	8	6	1	4	4	6	8	1
解答番号	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43																	
解 答	3	2	5	8	4	1	6	5	3	2	7	3	1																	

内容の一部又は全部を無断で複写複製(コピー)することは、法律で認められた場合を除き、著作(権)の権利侵害となります。