

理 科

平成 21 年度 入 学 試 験 問 題

受 番	驗 号
-----	-----

答 案 作 成 上 の 注 意

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 試験中に、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁、乱丁および解答用紙の汚れなどに気づいた場合は、手を挙げて、監督者に知らせなさい。
- 3 問題は物理、化学、生物いずれも①、②の2問、計6問あります。6問中任意の4問を選んで解答しなさい。5問以上答えた時には点数のよい4問を得点とします。

物 理 1 ページから 12 ページまで

化 学 13 ページから 26 ページまで

生 物 27 ページから 39 ページまで

- 4 解答用紙には、物理解答用紙、化学解答用紙、生物解答用紙の3種類があります。これらの3種類のすべての解答用紙の氏名、受験番号の記入欄および受験番号のマーク欄にそれぞれ正しく記入し、マークしなさい。また、問題冊子の表紙の受験番号欄にも記入しなさい。
- 5 問題冊子のどのページも切り離してはいけません。また、問題用紙の余白は計算用紙として自由に使用してよろしい。
- 6 試験場内で配布された問題冊子、解答用紙はいっさい持ち帰ってはいけません。
- 7 計算機能をもつ時計、計算器具などの使用は禁止します。使用している場合は不正行為とみなします。
- 8 解答上の注意
解答上の注意は、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。ただし、問題冊子を開けてはいけません。また、マークシートに記載してある「注意事項」も読んでおきなさい。

物 理

- 1** (1) 図のように水平面と角 θ をなす斜面上に質量 M の物体(物体 M)が置かれている。物体 M に、軽くて伸び縮みしない糸を結び、定滑車と動滑車を通して他端を天井に結ぶ。動滑車に質量 m の物体(物体 m)をつるすと、物体 m が上昇していった。

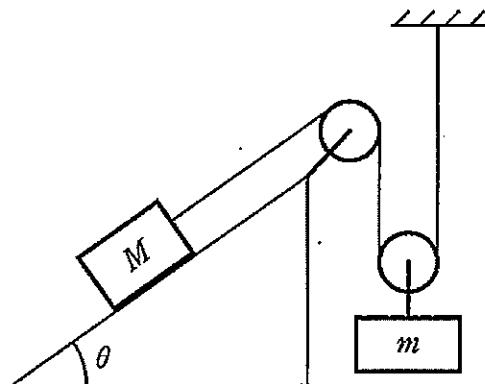


図 1

糸の張力を大きさを T とし、斜面と物体 M との間の摩擦係数は μ とする(静止摩擦係数と動摩擦係数は等しいとする)。また、滑車は滑らかに回り、その質量は無視できるとし、重力加速度の大きさは g とする。

物体 M の運動は、斜面に沿って下る向きを正方向とし、物体 m の運動は、鉛直上向きを正方向とする。選択肢の中から最も適するものを選びなさい。

問 1 物体 M の加速度を a とすると、物体 M に働く力は **ア** で、物体 m に働く力は **イ** である。

これら 2 つの物体の運動方程式から、 $T = \boxed{\text{ウ}}$ 、 $a = \boxed{\text{エ}}$ が得られる。

アの選択肢

- | | |
|--|--|
| ① $Mg(\sin \theta - 1) - T$ | ② $Mg(\cos \theta - 1) - T$ |
| ③ $Mg(\sin \theta - \mu \cos \theta) - T$ | ④ $Mg(\cos \theta - \mu \sin \theta) - T$ |
| ⑤ $Mg(\sin \theta - \mu \cos \theta) - 2T$ | ⑥ $Mg(\cos \theta - \mu \sin \theta) - 2T$ |
| ⑦ $Mg(\sin \theta - \mu \tan \theta) - T$ | ⑧ $Mg(\cos \theta - \mu \tan \theta) - T$ |
| ⑨ $Mg(\sin \theta - \mu \tan \theta) - 2T$ | ⑩ $Mg(\cos \theta - \mu \tan \theta) - 2T$ |

イの選択肢

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| ① $T - mg$ | ② $T + Mg - mg$ |
| ③ $2T - mg$ | ④ $2T + Mgsin\theta - mg$ |
| ⑤ $2T + Mg\cos\theta - mg$ | ⑥ $4T - 2mg$ |
| ⑦ $4T - 4mg$ | ⑧ $4T + 4Mgsin\theta - 4mg$ |
| ⑨ $4T + 2Mgsin\theta - 2mg$ | ⑩ $4T + 4Mg\cos\theta - 4mg$ |
| ⑪ $4T + 2Mg\cos\theta - 2mg$ | |

ウ, **エ**の選択肢

- | |
|---|
| ① $\frac{g}{4M+m}(1 + \sin \theta - \mu \cos \theta)$ |
| ② $\frac{mMg}{4M+m}(1 + \sin \theta - \mu \cos \theta)$ |
| ③ $\frac{mMg}{4M+m}(1 - \sin \theta + \mu \cos \theta)$ |
| ④ $\frac{mMg}{4M+m}(2 + \sin \theta - \mu \cos \theta)$ |
| ⑤ $\frac{mMg}{4M+m}(2 - \sin \theta + \mu \cos \theta)$ |
| ⑥ $\frac{g}{4M+m}(2 + \sin \theta - \mu \cos \theta)$ |
| ⑦ $\frac{2g}{4M+m}\{m - 2M(\sin \theta - \mu \cos \theta)\}$ |
| ⑧ $\frac{2g}{4M+m}\{-m + 2M(\sin \theta - \mu \cos \theta)\}$ |

問 2 物体 m が上昇するための条件を示しなさい。 [オ]

[オ] の選択肢

- | | |
|---|--|
| ① $\frac{m}{M} < -\sin \theta + \mu \cos \theta$ | ② $\frac{m}{M} < \sin \theta - \mu \cos \theta$ |
| ③ $\frac{m}{M} < 2(-\sin \theta + \mu \cos \theta)$ | ④ $\frac{m}{M} < 2(\sin \theta - \mu \cos \theta)$ |
| ⑤ $\frac{m}{M} < -2 \sin \theta + \mu \cos \theta$ | ⑥ $\frac{m}{M} < 2 \sin \theta - \mu \cos \theta$ |
| ⑦ $\frac{m}{M} > -\sin \theta + \mu \cos \theta$ | ⑧ $\frac{m}{M} > \sin \theta - \mu \cos \theta$ |
| ⑨ $\frac{m}{M} > 2(-\sin \theta + \mu \cos \theta)$ | ⑩ $\frac{m}{M} > 2(\sin \theta - \mu \cos \theta)$ |
| ⑪ $\frac{m}{M} > -2 \sin \theta + \mu \cos \theta$ | ⑫ $\frac{m}{M} > 2 \sin \theta - \mu \cos \theta$ |

問 3 斜面の摩擦係数が $\mu = 1$ の場合、ふたつの物体の質量比が $\frac{m}{M} = \frac{1}{2}$ であるなら、物体 M が物体 m を引き上げるためには斜面の傾斜角 θ が 45 度を超える必要がある。斜面の傾斜角 θ と 45 度との差の正弦 $\sin(\theta - 45)$ が満たすべき条件式を示しなさい。 [カ]

[カ] の選択肢

- | | |
|---|---|
| ① $\sin(\theta - 45) < \frac{1}{\sqrt{2}}$ | ② $\sin(\theta - 45) < \frac{1}{2\sqrt{2}}$ |
| ③ $\sin(\theta - 45) < \frac{1}{4\sqrt{2}}$ | ④ $\sin(\theta - 45) < \frac{1}{2}$ |
| ⑤ $\sin(\theta - 45) < \frac{\sqrt{3}}{2}$ | ⑥ $\sin(\theta - 45) > \frac{1}{\sqrt{2}}$ |
| ⑦ $\sin(\theta - 45) > \frac{1}{2\sqrt{2}}$ | ⑧ $\sin(\theta - 45) > \frac{1}{4\sqrt{2}}$ |
| ⑨ $\sin(\theta - 45) > \frac{1}{2}$ | ⑩ $\sin(\theta - 45) > \frac{\sqrt{3}}{2}$ |

(2) 次の文中の空欄にあてはまる最も適切なものを、選択肢の中から一つ選びなさい。

白色光をプリズムに入射させると、屈折光が、赤、橙、黄、緑、青、藍、紫と7色に分かれる。この現象を光の **キ** という。光の **キ** は、光が空气中からプリズムに入射したときの **ク** の変化が、光の色によって異なるために起こる。プリズムの中での赤と紫の光の **ク** は、**ケ**。

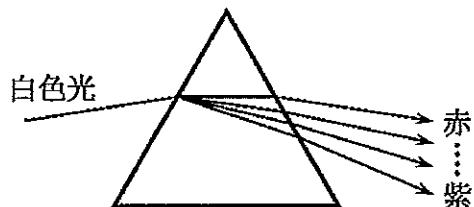


図2

キ の選択肢

- | | | |
|------|------|------|
| ① 散乱 | ② 分散 | ③ 回折 |
| ④ 干渉 | ⑤ 偏光 | |

ク の選択肢

- | | | |
|------|---------|------|
| ① 速度 | ② 振動数 | ③ 振幅 |
| ④ 位相 | ⑤ エネルギー | |

ケ の選択肢

- | |
|----------------------|
| ① 赤の方が紫より小さい |
| ② 赤の方が紫より大きい |
| ③ 同じである |
| ④ どちらが大きいとも小さいとも言えない |

次に図3のように、単色光を頂角が90度のプリズムに境界Iから入射させる。入射角を*i*、屈折角を*r*、屈折した光が境界IIから空気中へ出るときの入射角を*i'*、屈折角を*r'*とし、この単色光に対するプリズムの屈折率を*n*、空気の屈折率を1とすると、屈折の法則から、

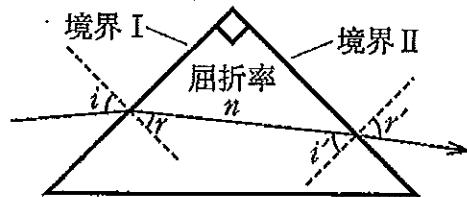


図3

$$\sin(i) = \boxed{\text{コ}}$$

$$\sin(i') = \boxed{\text{サ}}$$

が成り立つ。また、 $i' = \boxed{\text{シ}}$ が成り立つので、

$$\sin(r') = \boxed{\text{ス}}$$

が得られる。

コ の選択肢

- | | | |
|-------------------------|---------------|-------------------------|
| ① $\frac{1}{n} \sin(r)$ | ② $n \sin(r)$ | ③ $\frac{1}{n} \cos(r)$ |
| ④ $n \cos(r)$ | ⑤ 1 | |

サ の選択肢

- | | | |
|--------------------------|----------------|--------------------------|
| ① $\frac{1}{n} \sin(r')$ | ② $n \sin(r')$ | ③ $\frac{1}{n} \cos(r')$ |
| ④ $n \cos(r')$ | ⑤ 1 | |

シ の選択肢

- | | | |
|------------------|------------------|-------------------|
| ① i | ② r | ③ r' |
| ④ $90^\circ - i$ | ⑤ $90^\circ - r$ | ⑥ $90^\circ - r'$ |

ス の選択肢

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ① $\sqrt{\frac{1}{n^2} - \sin^2(i)}$ | ② $\sqrt{\frac{1}{n^2} - \cos^2(i)}$ |
| ③ $\sqrt{n^2 - \sin^2(i)}$ | ④ $\sqrt{n^2 - \cos^2(i)}$ |
| ⑤ $\sin(i)$ | ⑥ $\cos(i)$ |

屈折率の大きい媒質から、小さい媒質に光が入射するとき、入射角がある角度以上になると、屈折光がなくなり、光は100%反射する。この光が100%反射し始める時の入射角のことを[セ]といい、この現象を[ソ]という。

プリズムから出る光が、境界Ⅱでこのような現象になる時の角度 r' は $r' = [\タ]$ 度である。入射角 i' を変えて、 $r' = [\タ]$ 度になったとき、境界Ⅰでの入射角 i を測定するとプリズムの屈折率を求めることができる。このとき、屈折率は $n = [\チ]$ となる。

[セ], [ソ]の選択肢

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 臨界角 | ② 散乱角 | ③ 偏光角 |
| ④ 偏光 | ⑤ 全反射 | ⑥ 散乱 |

[タ]の選択肢

- | | | |
|------|------|-------|
| ① 0 | ② 30 | ③ 45 |
| ④ 60 | ⑤ 90 | ⑥ 135 |

[チ]の選択肢

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| ① $\sin(i)$ | ② $1 + \sin^2(i)$ |
| ③ $\sqrt{1 + \sin^2(i)}$ | ④ $\frac{1}{\sqrt{1 + \sin^2(i)}}$ |
| ⑤ $\frac{1}{\sqrt{1 + \sin^2(i)}}$ | ⑥ $\frac{1}{\sin(i)}$ |

- 2 (1) 次の文中の空欄にあてはまる最も適切なものを、選択肢の中から一つ選びなさい。

問 1 磁束密度の単位は **ア** である。この単位は、N, m, A を用いて、**イ** とも表される。

ア の選択肢

- ① ウェーバー ② クーロン ③ テスラ
④ ファラド ⑤ ヘンリー

イ の選択肢

- ① $N \cdot m/A$ ② $N \cdot m/A^2$ ③ $N \cdot A/m^2$
④ $N/(A \cdot m)$ ⑤ $N/(A \cdot m^2)$

問 2 電磁誘導では、誘導電流のつくる磁束が、コイルを貫く磁束の変化を打ち消すような向きに誘導起電力が生じる。これを **ウ** の法則という。
ウ の法則や、コイルの巻き数を含めた電磁誘導の法則を、**エ** の電磁誘導の法則という。

ウ, **エ** の選択肢

- ① フレミング ② ローレンツ ③ オーム
④ クーロン ⑤ レンツ ⑥ ヘルツ
⑦ ファラデー ⑧ マクスウェル

問 3 N 回巻きのコイルを貫く磁束 Φ が時間 Δt の間に $\Delta\Phi$ だけ変化すると
きに生じる誘導起電力 V は、 $V = \boxed{\text{才}}$ と表される。したがって、
 $N = 300$ 、 $\Delta t = 0.030$ 秒、 $\Delta\Phi = 3.0 \times 10^{-4}$ Wb のとき、コイルの両端
に生じる誘導起電力の大きさは $\boxed{\text{カ}}$ ボルトである。

才 の選択肢

- | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| ① $-N\Delta t\Delta\Phi$ | ② $-\frac{N\Delta\Phi}{\Delta t}$ | ③ $-\frac{N\Delta t}{\Delta\Phi}$ |
| ④ $-\frac{\Delta t\Delta\Phi}{N}$ | ⑤ $-\frac{\Delta t}{N\Delta\Phi}$ | ⑥ $-\frac{\Delta\Phi}{N\Delta t}$ |
| ⑦ $-\frac{N}{\Delta t\Delta\Phi}$ | ⑧ $-\frac{1}{N\Delta t\Delta\Phi}$ | |

カ の選択肢

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 3.0×10^{-8} | ② 3.3×10^{-5} | ③ 2.7×10^{-3} |
| ④ 3.3×10^{-1} | ⑤ 3.0 | ⑥ 3.7×10^2 |
| ⑦ 3.0×10^4 | ⑧ 3.3×10^7 | |

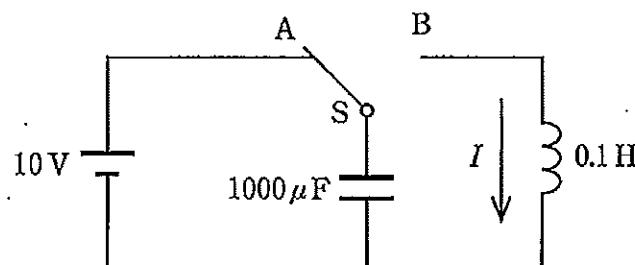
問 4 自己インダクタンスが 10 H のコイルに流れる電流が、0.8 秒の間に
一様に 0.6 A 減少したときに生じる誘導起電力の大きさは $\boxed{\text{キ}}$ ボルトで
ある。

キ の選択肢

- | | | | | |
|---------|-------|-----|------|------|
| ① 0.018 | ② 1.8 | ③ 5 | ④ 20 | ⑤ 56 |
|---------|-------|-----|------|------|

(2) 内部抵抗が無視できる

起電力 10V の電池、電
気容量 $1000 \mu\text{F}$ のコン
デンサー、自己インダク
タンス 0.10 H のコイル、
スイッチ S からなる図のようない回路がある。A, B はスイッチの接点である。



コンデンサーには最初電荷はなく、コイルおよび導線の抵抗は無視できるものとする。選択肢の中から最も近い数値を選びなさい。

スイッチ S を接点 A に接続し、十分時間をかけてコンデンサーを充電する。

問 1 コンデンサーに蓄えられる電気量は何クーロンか。 C

の選択肢

- | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ① 10 | ② 1 | ③ 10^{-1} | ④ 10^{-2} |
| ⑤ 10^{-4} | ⑥ 10^{-5} | ⑦ 10^{-6} | |

問 2 コンデンサーに蓄えられるエネルギーは何ジュールか。 J

の選択肢

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

次にスイッチ S を接点 B に接続する。接点 B に接続した時を時刻 t が 0 とする。また、回路に流れる電流 I の向きは、図中の矢印の向きを正とする。

問 3 $t = 0$ のとき、電流 I の大きさは何アンペアか。コ A

コの選択肢

- | | | | |
|-----|----------------------|------|------|
| ① 0 | ② 1×10^{-2} | ③ 1 | ④ 2 |
| ⑤ 6 | ⑥ 10 | ⑦ 20 | ⑧ 60 |

問 4 電流 I の大きさがはじめて最大となるのは $t = \boxed{\text{サ}}$ 秒のときで、そのとき $I = \boxed{\text{シ}}$ アンペアである。

サの選択肢

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① 0 | ② 3×10^{-3} | ③ 2×10^{-2} |
| ④ 6×10^{-2} | ⑤ 0.3 | ⑥ 20 |
| ⑦ 60 | ⑧ 100 | |

シの選択肢

- | | | | |
|-----|----------------------|------|------|
| ① 0 | ② 1×10^{-2} | ③ 1 | ④ 2 |
| ⑤ 6 | ⑥ 10 | ⑦ 20 | ⑧ 60 |

問 5 コイルに蓄えられるエネルギーが、 $t = 0$ から $t = 1$ 秒までの間に最大となる回数は何回か。ス回

スの選択肢

- | | | | |
|-------|-------|-------|------|
| ① 0.1 | ② 1 | ③ 3 | ④ 7 |
| ⑤ 10 | ⑥ 15 | ⑦ 30 | ⑧ 60 |
| ⑨ 100 | ⑩ 300 | ⑪ 600 | |