

高校物理プリント（過去問類似）

物理 I（旧課程の過去問） No.1

名前

得点

/9

問1 ヤングの干渉実験において、波長 λ の単色光を用い、間隔 d のスリットから距離 L 離れたスクリーン上に明暗の縞模様を形成させる。このとき、スクリーン上の中心から数えて m 番目 ($m=1, 2, 3\dots$) の明線が生じる位置 x を求める式として正しいものはどれか。 (2007年 全国公立入試 類似)

1. $x = m * L * \lambda / d$ 2. $x = m * d * \lambda / L$ 3. $x = (m - 1/2) * L * \lambda / d$ 4. $x = (m - 1/2) * d * \lambda / L$

問2 10 オームの抵抗器に 8.0 V の電圧をかけたとき、20 秒間にこの抵抗器の断面を通過する電子の個数として最も適当な数値を、次のうちから一つ選べ。ただし、電子1個の電気量の大きさを $1.6 * 10^{-19} \text{ C}$ とする。 (2009年 全国公立入試 類似)

1. $1.0 * 10^{20}$ 2. $1.0 * 10^{21}$ 3. $2.5 * 10^{17}$ 4. $2.6 * 10^{-18}$

問3 音源が移動しながら音を発する際、観測される音の波長が変化する現象（ドップラー効果）について、波面の様子を正しく説明しているものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 音源の移動方向前方では、波面の間隔が狭まり、波長が短くなる。 2. 音源の移動方向前方では、波面の間隔が広がり、波長が長くなる。 3. 音源の移動に関わらず、音源から発せられる波面の間隔は常に一定である。 4. 音源の移動方向後方では、波面の間隔が狭まり、波長が短くなる。

問4 音波が空気中から水中へ斜めに入射するとき、境界における音波の屈折の様子について説明したものとして最も適当なものはどれか。ただし、空気中の音速は約 340 m/s、水中の音速は約 1500 m/s であるとする。 (2011年 全国公立入試 類似)

1. 水中の音速の方が速いため、屈折角は入射角よりも大きくなり、波の進行方向は法線から遠ざかる。 2. 水中の音速の方が速いため、屈折角は入射角よりも小さくなり、波の進行方向は法線に近づく。 3. 水中の音速の方が遅いため、屈折角は入射角よりも大きくなり、波の進行方向は法線から遠ざかる。 4. 水中の音速の方が遅いため、屈折角は入射角よりも小さくなり、波の進行方向は法線に近づく。

問5 電磁石に流れる電流を急激に増加させたとき、磁束の変化を打ち消す向きに誘導電流が流れる現象を何と呼ぶか。 (2008年 全国公立入試 類似)

1. 電磁誘導 2. 自己誘導 3. 相互誘導 4. フレミングの法則

問6 質量2.0 kgの物体が点Bを通過した瞬間の速さが10 m/sであり、その後、一定の動摩擦力を受けて4.0秒後に停止した。このとき、物体が受けている動摩擦力の大きさは何Nか。 (2007年 全国公立入試 類似)

1. 5.0 N 2. 8.0 N 3. 10.0 N 4. 20.0 N

問7 質量2.0 kgの物体が水平な床の上に置かれている。床と物体との間の静止摩擦係数が0.50であるとき、この物体を水平方向に引いて滑り出させるために必要な最小の力は何Nか。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 4.9 N 2. 9.8 N 3. 19.6 N 4. 39.2 N

問8 抵抗値が一定の抵抗 $R_1(60\Omega)$ と $R_2(20\Omega)$ が並列に接続され、さらに可変抵抗 R_4 が並列に接続された直流回路がある。電源の内部抵抗が無視できるとき、可変抵抗 R_4 の抵抗値を 0Ω から大きくしていく過程における、抵抗 R_1 の消費電力の変化として最も適切なものはどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. R_1 の消費電力は増加する 2. R_1 の消費電力は減少する 3. R_1 の消費電力は変化しない 4. R_1 の消費電力は一旦増加したのち減少する

問9 手回し発電機を用いて一定の回転数でハンドルを回す際、接続する負荷の抵抗値とハンドルを回すために必要な力の関係として最も適切なものはどれか。 (2009年 全国公立入試 類似)

1. 負荷の抵抗値が小さいほど、回路に流れる電流が大きくなり、ハンドルを回すために必要な力は大きくなる。 2. 負荷の抵抗値が小さいほど、回路に流れる電流が小さくなり、ハンドルを回すために必要な力は小さくなる。 3. 負荷の抵抗値の大小にかかわらず、ハンドルを回すために必要な力は常に一定である。 4. 負荷の抵抗値がゼロである短絡状態のとき、回路に電流が流れないため、ハンドルを回すために必要な力は最も小さくなる。

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 1 $x = m * L * \lambda / d$	ヤングの干渉実験では、二つのスリットからの光路差が波長の整数倍 ($m\lambda$) となるときに強め合い、明線が生じる。スリット間隔を d 、スクリーンまでの距離を L 、中心からの距離を x とすると、近似的に光路差は dx/L と表される。したがって、 $dx/L = m\lambda$ を x について解くと、 $x = m * L * \lambda / d$ となる。中心 ($x=0$) は $m=0$ に対応する明線である。
問2	答え 1 $1.0 * 10^{20}$	オームの法則より、抵抗器を流れる電流 I は $I = 8.0 / 10 = 0.80 \text{ A}$ となる。この電流が 20 秒間流れたときの全電気量 Q は、 $Q = 0.80 * 20 = 16 \text{ C}$ である。電子1個の電気量の大きさを $e = 1.6 * 10^{-19} \text{ C}$ とすると、通過した電子の個数 N は $N = Q / e = 16 / (1.6 * 10^{-19}) = 1.0 * 10^{20}$ と求められる。
問3	答え 1 音源の移動方向前方では、波面の間隔が狭まり、波長が短くなる。	ドップラー効果は、音源が移動することで波面が押し縮められたり引き伸ばされたりするために生じる。音源が移動方向の前方へ向かうとき、音源は自ら発した波面を追いかける形になるため、波面の間隔は狭まり、観測される波長は短くなる。逆に後方では波面が引き伸ばされるため、波長は長くなる。この波面の間隔の変化が、観測される音の高さの変化として認識される。
問4	答え 1 水中の音速の方が速いため、屈折角は入射角よりも大きくなり、波の進行方向は法線から遠ざかる。	音波が空気から水へ進むとき、水中の音速 (約1500 m/s) は空気中の音速 (約340 m/s) よりも速い。スネルの法則 $\sin(\theta_1) / \sin(\theta_2) = v_1 / v_2$ において、 $v_1 < v_2$ であるため、 $\sin(\theta_1) < \sin(\theta_2)$ が成り立ち、屈折角 θ_2 は入射角 θ_1 よりも大きくなる。したがって、屈折波は法線から遠ざかる方向に曲がる。
問5	答え 1 電磁誘導	コイルを貫く磁束が変化するとき、その変化を妨げる方向に誘導起電力が発生し、回路に誘導電流が流れる現象を電磁誘導という。このとき、誘導電流の向きはレンツの法則に従い、磁束の変化を打ち消す向きとなる。自己誘導や相互誘導は電磁誘導の一種であるが、本問の現象を指す一般的な名称は電磁誘導である。
問6	答え 1 5.0 N	物体の加速度 a は、速度の変化量 Δv を時間 Δt で割ることで求められる。停止するまでの速度変化は -10 m/s であり、時間は 4.0 秒 であるため、加速度 $a = -10 / 4.0 = -2.5 \text{ m/s}^2$ となる。運動方程式 $F = ma$ より、動摩擦力の大きさ F は、 $F = 2.0 \text{ kg} \times 2.5 \text{ m/s}^2 = 5.0 \text{ N}$ と計算できる。
問7	答え 2 9.8 N	物体が滑り出すためには、加える力が最大静止摩擦力を超える必要があります。最大静止摩擦力は静止摩擦係数 μ と垂直抗力 N の積であり、この場合 N は重力 Mg に等しいため、 $F_{\text{max}} = 0.50 \times 2.0 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 9.8 \text{ N}$ となります。したがって、 9.8 N 以上の力を加えることで物体は滑り出します。
問8	答え 2 R_1 の消費電力は減少する	可変抵抗 R_4 の抵抗値を大きくすると、回路全体の合成抵抗が増加し、電源から供給される全電流が減少する。電源の内部抵抗が無視できる場合、並列回路部分にかかる電圧は電源電圧と等しく一定に保たれるように思えるが、実際には電源に内部抵抗があるか、あるいは回路の構成上、 R_4 の抵抗値増大に伴い並列部分の電圧降下が変化する。本設問の条件下では、 R_4 の抵抗値増大により並列部分の合成抵抗が増加し、並列部分にかかる電圧が低下するため、 R_1 の消費電力は減少する。
問9	答え 1 負荷の抵抗値が小さいほど、回路に流れる電流が大きくなり、ハンドルを回すために必要な力は大きくなる。	手回し発電機で一定の起電力を発生させる場合、オームの法則により接続する負荷の抵抗が小さいほど回路に流れる電流は大きくなります。電磁誘導の法則に基づき、回路に電流が流れると磁場から受ける反作用の力がハンドルに加わります。この力は電流に比例するため、抵抗が小さいほど電流が増大し、結果としてハンドルを回すために必要な力 (手ごたえ) は重くなります。短絡状態は抵抗がほぼゼロであるため、最も大きな電流が流れ、ハンドルは最も重くなります。

高校物理プリント（過去問類似）

物理 I（旧課程の過去問） No.2

名前

得点

/10

問1 摩擦や空気抵抗が無視できる環境において、高さ h の崖の上から静かに滑り降りた荷物が、崖の下に到達した瞬間の速さ v について述べたものとして最も適当なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 荷物の質量が大きくなるほど、速さ v は大きくなる。 2. 荷物の質量が大きくなるほど、速さ v は小さくなる。 3. 荷物の質量に関わらず、速さ v は一定である。 4. 荷物の質量が2倍になると、速さ v も2倍になる。

問2 水面で反射した光が偏光している理由として、物理学的な背景を説明する記述として最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 光が横波であり、水面での反射において入射面に対して平行な成分と垂直な成分で反射率が異なるため。 2. 光が縦波であり、水面での反射において媒質の密度変化によって振動方向が固定されるため。 3. 水面で反射する際に光の波長が変化し、特定の振動方向の光のみが干渉によって強め合うため。 4. 水面が微細な格子状の構造を持っているため、特定の方向に振動する光のみが回折によって反射されるため。

問3 送電電力を一定に保ったまま、送電電圧を10倍に昇圧して送電する場合、送電線における電力損失は元の何倍になるか。（2010年 全国公立入試 類似）

1. 1/100倍 2. 1/10倍 3. 10倍 4. 100倍

問4 物理学における「仕事」の定義に関する記述として最も適切なものはどれか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 物体に力を加えても移動距離が0であれば、その力は仕事をしない。 2. 物体が移動した距離に関わらず、加えた力が大きければ仕事も大きくなる。 3. 物体が水平方向に移動しているとき、鉛直上向きの力は常に正の仕事をする。 4. 仕事の単位はニュートン毎秒(N/s)で表される。

問5 斜面上の物体がばねに接続され、斜面下向きに滑り降りる状況を考える。斜面方向の重力の分力を F 、ばね定数を k とすると、物体の速さが最大となる位置におけるばねの自然長からの伸びとして、正しいものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. F/k 2. $2F/k$ 3. $F/(2k)$ 4. F/k^2

問6 ある放射性同位体が崩壊し、元の原子核の個数が全体の8分の1になるまでに37.2時間を要した。この放射性同位体の半減期として最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 6.2時間 2. 12.4時間 3. 24.8時間 4. 49.6時間

問7 データ通信における水平垂直パリティチェックの特性として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 行と列の両方にパリティビットを付加することで、1ビットのエラーを特定し修正できる。 2. 行のみにパリティビットを付加することで、エラーが発生したビットの位置を特定できる。 3. 列のみにパリティビットを付加することで、複数ビットのエラーを自動的に訂正できる。 4. パリティビットはエラーの有無を検出するだけであり、エラー箇所の特定や修正は不可能である。

問8 力学的エネルギー保存の法則が成り立つ条件として、最も適切なものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. 物体に働く重力以外の力が仕事をしない場合 2. 物体が常に一定の速さで運動している場合 3. 物体に働く摩擦力が常に一定である場合 4. 物体の質量が時間とともに変化する場合

問9 気柱の共鳴において、管内の気体中の音速が変化した場合、共鳴が生じる振動数はどのように変化するか。最も適切なものを選び。（2012年 全国公立入試 類似）

1. 音速の変化に関わらず、共鳴振動数は常に一定である。 2. 共鳴振動数は音速に比例して変化する。 3. 共鳴振動数は音速の2乗に比例して変化する。 4. 共鳴振動数は音速に反比例して変化する。

問10 屈折率 1.5 の薄膜が空気中（屈折率 1.0）にある。この薄膜に波長 $6.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ の単色光を垂直に入射させたとき、反射光が最も弱め合う最小の薄膜の厚さ $d \text{ [m]}$ はいくらか。ただし、空気から薄膜への反射では位相が π ずれ、薄膜から空気への反射では位相は変化しないものとする。（2005年 全国公立入試 類似）

1. $2.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ 2. $1.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ 3. $3.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ 4. $4.0 \times 10^{-7} \text{ m}$

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 3 荷物の質量に関わらず、速さvは一定である。	力学的エネルギー保存の法則により、質量m、高さh、重力加速度g、速さvの間には $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ という関係が成立します。この式において、両辺から質量mを消去すると $v = \sqrt{2gh}$ となり、速さvは高さhのみに依存することがわかります。したがって、質量が変化しても到達時の速さは変わりません。
問2	答え 1 光が横波であり、水面での反射において入射面に対して平行な成分と垂直な成分で反射率が異なるため。	光は電磁波であり、横波である。水面などの誘電体表面で反射する際、入射面（光線と法線を含む面）に対して平行に振動する成分と、垂直に振動する成分では反射率が異なる。特にブリュースター角と呼ばれる特定の入射角で反射した光は、完全に偏光した状態となる。この現象は光が横波であることの直接的な証拠であり、偏光板を用いて反射光を制御する技術の原理となっている。
問3	答え 1 1/100倍	送電電力Pは電圧Vと電流Iの積 ($P=VI$) で表される。Pが一定のとき、電圧Vを10倍にすると電流Iは1/10倍となる。送電線での電力損失は抵抗Rを用いてIの二乗かけるR ($P_{\text{loss}}=I^2R$) で表されるため、電流が1/10倍になると、電力損失は $(1/10)^2$ 倍、すなわち1/100倍に減少する。この原理により、長距離送電では高電圧化が不可欠である。
問4	答え 1 物体に力を加えても移動距離が0であれば、その力は仕事をしない。	仕事Wは、力Fと移動距離sの積 ($W = Fs \cos\theta$) で定義される。力が加わっていても移動距離が0であれば仕事は0である。また、力と移動方向が垂直な場合も仕事は0となる。仕事の単位はジュール (J) であり、ニュートン毎秒は仕事率の単位であるワット (W) の定義とは異なる。
問5	答え 1 F/k	物体が斜面を滑り降りる際、速さが最大となるのは加速度が0になる瞬間、すなわち斜面方向の重力の分力Fとばねの弾性力kxが釣り合う位置である。 $F=kx$ の式を伸びxについて解くと、 $x=F/k$ となる。この位置を過ぎると弾性力が重力の分力を上回り、物体は減速に転じるため、この点が運動エネルギーの最大値をとる位置となる。
問6	答え 2 12.4時間	放射性同位体の個数が半分になる時間が半減期である。個数が8分の1になるということは、半減期を3回経過したことを意味する ($1/2$ の3乗 = $1/8$)。したがって、経過した37.2時間を3で割ることで、1回あたりの半減期である12.4時間が導かれる。崩壊は確率的な現象であり、個体数が多いほどこの統計的な法則が正確に適用される。
問7	答え 1 行と列の両方にパリティビットを付加することで、1ビットのエラーを特定し修正できる。	水平垂直パリティチェックは、データを行列状に配置し、各行と各列にパリティビットを付加する手法です。エラーが発生すると、その行と列の両方のパリティチェックで不一致が生じます。この交差する位置を特定することで、1ビットの誤りを自動的に反転させて修正することが可能となります。単なる検出にとどまらず、位置特定と修正能力を持つ点が特徴です。
問8	答え 1 物体に働く重力以外の力が仕事をしない場合	力学的エネルギー保存の法則は、物体に働く力が重力や弾性力などの保存力のみである場合に成立する。摩擦力や空気抵抗などの非保存力が仕事をすると、力学的エネルギーの一部が熱エネルギーなどに変換され、力学的エネルギーの総量は保存されない。したがって、保存力以外の力が仕事をしないことが、法則が成り立つための根本的な条件となる。
問9	答え 2 共鳴振動数は音速に比例して変化する。	管の共鳴振動数fは、音速Vと管の長さLを用いて、開管では $f = nV / 2L$ 、閉管では $f = (2n-1)V / 4L$ と表される (nは自然数)。この式から明らかなように、管の長さLが一定であれば、共鳴振動数fは音速Vに比例する。したがって、管内の気体を音速の異なる別の気体に置き換えると、共鳴する振動数もその音速の変化に応じて比例的に変化する。
問10	答え 1 $2.0 \times 10^{-7} \text{ m}$	空気から屈折率 $n = 1.5$ の薄膜への反射では位相が π ずれるが、薄膜から空気への反射では位相は変化しない。したがって、二つの反射光が弱め合う干渉条件は、光路差 $2nd$ が波長 λ の整数倍 ($2nd = m \lambda$, $m = 1, 2, \dots$) となるときである。最小の厚さ d は $m = 1$ のときであり、 $d = \lambda / (2n) = (6.0 \times 10^{-7}) / (2 \times 1.5) = 2.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ となる。

問1 断熱された容器内で、コックによって仕切られた一方の側に気体があり、もう一方が真空である状態からコックを開いて気体を真空中に広げる自由膨張の過程に関する記述として、最も適当なものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 気体は外部に対して正の仕事を
するため、内部エネルギーが減少
する。
2. 気体は外部に対して仕事をせ
ず、熱の出入りもないため、内部
エネルギーは変化しない。
3. 気体は外部から熱を吸収するた
め、内部エネルギーが増加する。
4. 気体は外部に対して仕事をせ
ず、断熱圧縮されるため、内部エ
ネルギーが増加する。

問2 質量 m のおもりが一端を固定された糸で吊るされ、水平方向に一定の加速度 a で運動している。このとき、糸が鉛直方向となす角度を θ 、重力加速度を g とすると、加速度 a とこれらの物理量の関係として正しいものはどれか。（2009年 全国公立入試 類似）

1. $a = g \cdot \tan(\theta)$ 2. $a = g \cdot \sin(\theta)$ 3. $a = g \cdot \cos(\theta)$ 4. $a = g / \tan(\theta)$

問3 音速を 340 m/s とする。振動数 640 Hz の音源が、静止している観測者に向かって 20 m/s の速さで直線的に近づくとき、観測者が聞く音の振動数は何 Hz か。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 600 Hz 2. 640 Hz 3. 680 Hz 4. 720 Hz

問4 気体が外部から熱を吸収しながら膨張し、内部エネルギーが変化しない等温変化を行う場合、この過程において気体が外部へした仕事と吸収した熱量の関係として正しいものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 吸収した熱量は、気体が外部へ
した仕事に等しい。
2. 吸収した熱量は、気体が外部へ
した仕事の2倍に等しい。
3. 吸収した熱量は、気体が外部へ
した仕事の半分に等しい。
4. 吸収した熱量は、気体が外部へ
した仕事に関係なく常に0であ
る。

問5 力学的エネルギーが熱運動に変換される現象として、最も不適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 手を激しくこすり合わせると、
手のひらが温くなる。
2. 空気入れの筒を急激に圧縮する
と、筒の壁面が温くなる。
3. グラインダーで金属を削ると、
火花とともに削り屑が高温にな
る。
4. 電気ストーブのプラグを抜いた
瞬間に、コンセント付近で火花が
飛ぶ。

問6 水平な天井の2点から、長さ l と $2l$ の2本の軽い糸を用いて、質量 M のおもりを吊り下げて静止させた。2本の糸はおもりの位置で互いに直角（90度）に交わっている。重力加速度の大きさを g とするとき、長さ l の糸がおもりを引く張力の大きさとして正しいものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. $(2/\sqrt{5})Mg$ 2. $(1/\sqrt{5})Mg$ 3. $(1/2)Mg$ 4. $(\sqrt{5})Mg$

問7 電気ポットにおいて、消費された電気エネルギーに対する、水の温度上昇に利用された熱エネルギーの割合を熱効率という。熱効率に関する記述として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。（2010年 全国公立入試 類似）

1. 電気ポットの熱効率は、熱の散
逸などがあるため、常に1
(100%) より小さくなる。
2. 電気ポットの熱効率は、消費す
る電気エネルギーを大きくするほ
ど、常に1 (100%) より大きくな
る。
3. 水の温度上昇に利用された熱エ
ネルギーは、消費された電気エネ
ルギーと常に等しくなる。
4. 電気ポットの熱効率は、水の比
熱が大きいほど、常に1 (100%)
より大きくなる。

問8 白熱電球と固定抵抗を直列に接続した回路において、合成特性のグラフを作成する際、抵抗の電圧降下分を考慮することが重要である理由として最も適切なものはどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. 白熱電球の電流と電圧の関係が
非線形であるため、抵抗の直線的
な電圧降下を加算する必要がある
から
2. 直列回路では電流が分岐するた
め、抵抗による電流の減少分を補
正する必要があるから
3. 白熱電球の抵抗値が一定である
ため、合成抵抗を計算して全体の
電圧を求める必要があるから
4. 抵抗の電圧降下は電流の二乗に
比例するため、合成特性が二次関
数になるから

問9 長さ 0.50 m、質量 3.0 kg の一様な太さの棒の一端を天井にピンで固定し、他端に水平な軽いばねを取り付けて静止させた。このとき、棒は鉛直方向から 45度 傾いており、ばねは水平に保たれていた。ばね定数が 98 N/m であるとき、ばねの自然長からの伸びは何 m か。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、 $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ$ とする。（2011年 全国公立入試 類似）

1. 0.075 m 2. 0.15 m 3. 0.30 m 4. 0.60 m

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 2 気体は外部に対して仕事をせず、熱の出入りもないため、内部エネルギーは変化しない。	自由膨張は、気体が真空中に広がる現象である。気体が押し広げる相手（外部）が存在しないため、気体が外部に対して行う仕事はゼロである。また、断熱容器内で行われるため熱の出入りもなく、熱力学第一法則（ $\Delta U = Q + W$ ）において $Q=0$ かつ $W=0$ となる。したがって、内部エネルギーの変化量 ΔU は0となり、理想気体であれば温度も変化しない。
問2	答え 1 $a = g * \tan(\theta)$	おもりとともに運動する観測者から見ると、おもりには重力 mg 、糸の張力 T 、および水平方向に慣性力 ma が働いて静止している。鉛直方向の力のつり合いから $T * \cos(\theta) = mg$ 、水平方向の力のつり合いから $T * \sin(\theta) = ma$ が成り立つ。これら2式の比をとると、 $\tan(\theta) = a / g$ となり、整理すると $a = g * \tan(\theta)$ が導かれる。
問3	答え 3 680 Hz	音源が静止した観測者に近づく場合、観測される振動数 f' は、音速を V 、音源の速度を v 、音源の振動数を f とすると、 $f' = f * V / (V - v)$ で表される。数値を代入すると、 $f' = 640 * 340 / (340 - 20) = 640 * 340 / 320 = 680$ Hz となる。音源が近づくため、観測される音の高さ（振動数）は元の音よりも高くなる。
問4	答え 1 吸収した熱量は、気体が外部へした仕事に等しい。	理想気体の内部エネルギーは温度のみに依存する。等温変化では温度が変化しないため、内部エネルギーの変化量 ΔU は0となる。熱力学第一法則 $Q = \Delta U + W$ に $\Delta U = 0$ を代入すると、 $Q = W$ となる。つまり、吸収した熱量はすべて外部へした仕事に変換されることになる。
問5	答え 4 電気ストーブのプラグを抜いた瞬間に、コンセント付近で火花が飛ぶ。	手をこすり合わせる摩擦、空気入れの圧縮、金属を削る際の摩擦は、いずれもマクロな力学的エネルギーが分子の不規則な運動である熱運動に変換される過程である。一方、電気ストーブのプラグを抜く際に生じる火花は、回路の遮断に伴う誘導起電力による空気の絶縁破壊（放電）であり、電気的な現象であるため熱運動への変換とは直接関係がない。
問6	答え 1 $(2/\sqrt{5})Mg$	糸の長さが l と $2l$ でなす角が90度であるため、直角三角形の辺の比から糸の傾きがわかる。長さ l の糸が水平となす角を θ とすると、 $\cos(\theta) = 2/\sqrt{5}$ 、 $\sin(\theta) = 1/\sqrt{5}$ である。長さ l の糸の張力を T_1 、長さ $2l$ の糸の張力を T_2 とすると、水平方向のつり合いから $T_1 = 2 * T_2$ となる。鉛直方向のつり合い式に代入して解くと、 $T_1 = (2/\sqrt{5})Mg$ となる。
問7	答え 1 電気ポットの熱効率、熱の散逸などがあるため、常に1（100%）より小さくなる。	電気ポットが消費した電気エネルギーの一部は、周囲の空気への熱伝導や容器自体の温度上昇などに使われ、熱として外部に散逸する。そのため、水の温度上昇に利用された熱エネルギーは消費された電気エネルギーよりも必ず小さくなり、熱効率は常に1（100%）未満となる。
問8	答え 1 白熱電球の電流と電圧の関係が非線形であるため、抵抗の直線的な電圧降下を計算する必要があるから	白熱電球はフィラメントの温度変化により抵抗値が変動するため、電流と電圧の関係はオームの法則に従わない非線形な特性を示す。一方、固定抵抗はオームの法則に従い、電流に対して電圧が線形に変化する。直列回路の合成特性を得るには、この非線形な特性曲線に対して、抵抗による線形な電圧降下分を電流軸方向で足し合わせる（電圧を上乗せする）処理が必要となる。
問9	答え 2 0.15 m	ピンのまわりの力のモーメントのつりあいより、重力によるモーメント $Mg * (L/2) * \sin 45^\circ$ と、ばねの弾性力 F によるモーメント $F * L * \cos 45^\circ$ がつりあう。 $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ$ より、 $F = Mg / 2 = 3.0 * 9.8 / 2 = 14.7$ N となる。フックの法則 $F = k * x$ より、ばねの伸び x は $14.7 / 98 = 0.15$ m と求まる。

高校物理プリント（過去問類似）

物理 I（旧課程の過去問） No.4

名前

得点

/9

問1 滑らかな内面を持つ円筒状のマグカップの内部に光が入射し、底面に光が集まる現象について、この現象を説明する物理学的な用語として最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 光の反射による集光 2. 光の屈折による分散 3. 光の干渉による回折 4. 光の透過によるプリズム効果

問2 1911年にラザフォードが行ったアルファ線散乱実験の結果から導き出された、原子の構造に関する記述として最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 原子の質量の大部分は、中心にある正の電荷を持つ原子核に集中している。 2. 原子の質量は、原子全体に均一に分布しており、電子がその中で自由に運動している。 3. 原子核は負の電荷を持ち、その周囲を正の電荷を持つ陽子が回転している。 4. 原子の質量は主に電子によって構成されており、原子核は質量をほとんど持たない。

問3 電池の内部抵抗と端子電圧の関係に関する記述として最も適切なものはどれか。（2010年 全国公立入試 類似）

1. 電池の内部抵抗が大きいほど、電流を流したときの端子電圧の低下は小さくなる。 2. 電池の端子電圧は、起電力に内部抵抗による電圧降下を加えた値である。 3. 電流と端子電圧の関係を示すグラフにおいて、直線の傾きの絶対値は電池の内部抵抗を表す。 4. 電流と端子電圧の関係を示すグラフにおいて、縦軸の切片は電池の内部抵抗を表す。

問4 ある音源から発せられる波において、時間の経過とともに波の山と谷の間隔が狭くなっている場合、この音波の物理的特徴として最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 振動数が次第に大きくなっている。 2. 振幅が次第に大きくなっている。 3. 波の速さが次第に速くなっている。 4. 波形が複雑化し、音色が変化している。

問5 直列接続されたコンデンサー回路において、各コンデンサーにかかる電圧の分配に関する記述として最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 各コンデンサーにかかる電圧は、その容量に比例して分配される。 2. 各コンデンサーにかかる電圧は、その容量に反比例して分配される。 3. 各コンデンサーにかかる電圧は、常に電源電圧の半分ずつに分配される。 4. 各コンデンサーにかかる電圧は、接続順序によってのみ決定される。

問6 平面鏡と凸面鏡に映る像の特徴に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 平面鏡では左右が反転した像が映り、凸面鏡では実物より小さく歪んだ像が映る。 2. 平面鏡では上下が反転した像が映り、凸面鏡では実物より大きく拡大された像が映る。 3. 平面鏡では左右が反転しない像が映り、凸面鏡では実物と同じ大きさの像が映る。 4. 平面鏡では上下が反転しない像が映り、凸面鏡では実物より大きく歪んだ像が映る。

問7 フィゾーの歯車法による光速の測定において、光が遠方の鏡で反射して戻ってきたとき、再び歯車の隙間を通過して観測される現象の原理として最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 光が往復する間に歯車が回転し、歯が隙間の位置に移動することで光が遮断される。 2. 光が往復する間に歯車がちょうど1回転し、再び同じ隙間を通過する。 3. 光が往復する間に歯車が半ピッチ分回転し、次の隙間から光が通過する。 4. 光が往復する間に歯車が回転し、歯が隙間の位置から移動して光が通過する。

問8 レンズの公式 $1/f = 1/a + 1/b$ において、物体までの距離 a が焦点距離 f に近づき、 $a = f$ となったとき、像までの距離 b はどのような状態になるか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 像はレンズのすぐ後ろにできる 2. 像は焦点距離の2倍の位置にできる 3. 像はレンズの面と重なる 4. 像は無限遠方にできる

問9 電池を並列に接続する目的として、物理学的な観点から最も妥当な説明はどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

1. 回路全体の起電力を大きくし、より高い電圧を得るため。 2. 電池の内部抵抗を合成して小さくし、回路の安全性を高めるため。 3. 回路全体の合成抵抗を小さくし、電池の寿命を延ばしたり大電流を取り出したりするため。 4. 直列接続と比較して、回路に流れる電流を常にゼロに近づけるため。

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 1 光の反射による集光	マグカップの内面は光を反射する性質を持ち、滑らかな曲面が光を特定の方向に反射させることで、底面に光が集まる現象が生じます。これは凹面鏡の原理と同様に、光が表面で跳ね返る反射という現象によって引き起こされる集光作用です。屈折や干渉、回折といった現象とは異なり、光が物体の表面で跳ね返ることで光路が変化し、一点に集中する性質を利用しています。
問2	答え 1 原子の質量の大部分は、中心にある正の電荷を持つ原子核に集中している。	ラザフォードは、金箔にアルファ線を照射する実験を行い、ごく一部のアルファ線が大きく跳ね返される現象を観測しました。この結果から、原子の正電荷と質量の大部分が中心の極めて小さな領域に集中している「原子核」の存在を提唱しました。これは、当時の主流であったトムソンのプドウバンモデルを否定し、現代の原子模型の基礎となりました。
問3	答え 3 電流と端子電圧の関係を示すグラフにおいて、直線の傾きの絶対値は電池の内部抵抗を表す。	端子電圧 V は $V=E-Ir$ (E は起電力、 r は内部抵抗) で表される。この式は $V=-rI+E$ という一次関数の形をしており、電流 I を横軸、電圧 V を縦軸にとると、グラフの傾きは $-r$ となり、その絶対値が内部抵抗 r に相当する。縦軸の切片は $I=0$ のときの電圧、すなわち起電力 E である。
問4	答え 1 振動数が次第に大きくなっている。	波の山と谷の間隔が狭くなることは、波の周期が短くなることを意味する。振動数は周期の逆数であるため、周期が短くなることは振動数が増加することを指す。振幅の変化や波形の複雑化は、音の大きさや音色に関わる要素であり、波の間隔が狭まることとは直接的な因果関係がない。
問5	答え 2 各コンデンサーにかかる電圧は、その容量に反比例して分配される。	直列回路では、各コンデンサーに蓄えられる電荷量が等しくなるという性質がある。電荷量 Q 、容量 C 、電圧 V の関係は $Q=CV$ であるため、 Q が一定であれば電圧 V は容量 C の逆数に比例する。したがって、容量が大きいコンデンサーほど電圧降下は小さく、容量が小さいコンデンサーほど電圧降下は大きくなる。
問6	答え 1 平面鏡では左右が反転した像が映り、凸面鏡では実物より小さく歪んだ像が映る。	平面鏡に映る像は、鏡面に対して対象な位置にあり、左右が反転して見える。一方、凸面鏡は光を広げる性質があるため、映る像は実物よりも小さく、中心部が膨らんだように歪んで見える。この特性を理解することで、鏡の種類に応じた像の写り方を正しく判別できる。上下反転や実物大の像は、鏡の種類による反射の法則とは異なる。
問7	答え 4 光が往復する間に歯車が回転し、歯が隙間の位置から移動して光が通過する。	フィゾーの歯車法では、光源からの光が歯車の隙間を通り、遠方の鏡で反射して戻ってきます。このとき、歯車の回転数を調整し、光が往復する間に歯車の歯が隙間の位置に移動するようにすると、光は遮断されます。逆に、歯が隙間を通り過ぎて次の隙間が光の戻る位置に来るように回転数を調整すると、光が再び通過して観測されます。この原理を利用して光の往復時間と距離から光速を算出します。
問8	答え 4 像は無限遠方にできる	レンズの公式 $1/f = 1/a + 1/b$ に $a = f$ を代入すると、 $1/f = 1/f + 1/b$ となる。この式を満たすためには $1/b = 0$ となる必要があり、 b は無限大に発散する。これは物体を焦点に置くと、レンズを通った光が平行光線となって進み、像が結ばれない（無限遠方にできる）ことを意味する。
問9	答え 3 回路全体の合成抵抗を小さくし、電池の寿命を延ばしたり大電流を取り出したりするため。	電池を並列に接続すると、回路全体の内部抵抗が減少する。これにより、同じ電圧を維持しながらも、より大きな電流を供給することが可能になる。また、各電池から取り出される電流が分散されるため、個々の電池への負荷が軽減され、結果として電池の寿命を延ばす効果が期待できる。起電力を高める目的であれば直列接続を用いる。

問1 暗号通信の安全性に関する記述として最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1. 対応表が公開されていても、鍵コードが秘密にされていれば通信文の復元は困難である。 | 2. 暗号通信の安全性は、対応表を第三者に決して知られないようにすることで担保される。 | 3. 鍵コードが公開されていても、対応表さえ秘密にしていれば通信内容は保護される。 | 4. 暗号通信において、通信文を復元するためには対応表と鍵コードの両方を公開する必要がある。 |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|

問2 電池容量が一定であると仮定したとき、電流と使用時間の関係について正しい説明はどれか。（2009年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| 1. 使用時間は電流の強さに比例する。 | 2. 使用時間は電流の強さに関わらず一定である。 | 3. 使用時間は電流の強さに反比例する。 | 4. 使用時間は電流の強さの二乗に反比例する。 |
|---------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|

問3 コンピュータの構成要素における機能の分類について、誤っている記述はどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. ハードディスクは、処理された情報を一時的に表示する出力装置である。 | 2. マウスは、ユーザーの指示をコンピュータに伝える入力装置である。 | 3. ディスプレイは、処理結果を視覚的に提示する出力装置である。 | 4. ハードディスクは、大量のデータを永続的に保持する記憶装置である。 |
|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|

問4 質量 m の小物体が、高さ h の点から静かに滑り降り、摩擦のある水平面上を距離だけ移動して停止した。この現象において、エネルギー保存則に基づき動摩擦係数 μ' を表す式として正しいものはどれか。ただし、重力加速度の大きさを g とする。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------|----------|-----------------|-----------------|
| 1. h/l | 2. l/h | 3. $\sqrt{h/l}$ | 4. $\sqrt{l/h}$ |
|----------|----------|-----------------|-----------------|

問5 シャルルの法則に関する記述として最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1. 圧力が一定のとき、気体の体積は絶対温度に反比例する。 | 2. 圧力が一定のとき、気体の体積は絶対温度に比例する。 | 3. 体積が一定のとき、気体の圧力は絶対温度に反比例する。 | 4. 温度が一定のとき、気体の体積は圧力に比例する。 |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|

問6 荷物を鉛直上向きに引き上げる運動において、減速期間中にロープの張力が重力よりも小さくなる物理的な理由として最も適切なものはどれか。（2008年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. 荷物の加速度が鉛直下向きであるため、運動方程式より張力が重力から慣性力を引いた値になるから。 | 2. 荷物の速度が減少しているため、張力が重力に打ち勝つ必要がなくなり、張力がゼロになるから。 | 3. 荷物に働く重力が減速期間中に減少するため、張力とのつり合いが変化するから。 | 4. 荷物の加速度が鉛直上向きであるため、運動方程式より張力が重力に慣性力を加えた値になるから。 |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|

問7 x 軸の正の向きに伝わる正弦波がある。この波の波長が40 m、波の速さが20 m/sであるとき、この波の周期は何秒か。（2010年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------|---------|---------|---------|
| 1. 0.50秒 | 2. 2.0秒 | 3. 8.0秒 | 4. 800秒 |
|----------|---------|---------|---------|

問8 長さ l の棒の一端Aを支点として水平に保持し、支点Aから距離 b の位置に重さ Mg の物体Mを、距離 $b+a$ の位置に重さ mg の物体 m をつるしたところ、棒は静止した。このとき、支点Aまわりの力のモーメントのつり合いを表す式として正しいものはどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1. $Mb = ma$ | 2. $Ml = ma$ | 3. $Ma = mb$ | 4. $Mb = ml$ |
|--------------|--------------|--------------|--------------|

問9 音速を340 m/sとする。振動数640 Hzの音源が、静止している観測者に向かって20 m/sの速さで直線的に近づくとき、観測者が聞く音の振動数は何Hzか。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. 600 Hz | 2. 640 Hz | 3. 680 Hz | 4. 720 Hz |
|-----------|-----------|-----------|-----------|

問10 16進数表記に関する記述として最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|
| 1. 10進数の15を16進数で表すと15となる。 | 2. 16進数の各桁は0から15までの値をアルファベットのAからFを用いて表現する。 | 3. 16進数の1桁は2進数の2ビット分の情報を保持できる。 | 4. 16進数のFの次は10進数で16となり、16進数では10と表記される。 |
|---------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 1 対応表が公開されていても、鍵コードが秘密にされていれば通信文の復元は困難である。	現代の暗号通信において、暗号化アルゴリズム(対応表に相当)は公開されていることが一般的である。安全性を担保する核心は、変換の過程で用いられる鍵コードの秘匿性にある。鍵コードが不明であれば、アルゴリズムが判明していても通信文を復元することは計算量的に極めて困難であり、これが暗号通信の安全性の根拠となっている。
問2	答え 3 使用時間は電流の強さに反比例する。	電池容量を Q 、電流を I 、使用時間を t とすると、 $Q = I \times t$ という関係式が成り立つ。電池容量 Q が一定であるとき、 $t = Q / I$ となるため、使用時間 t は電流 I の逆数に比例する、すなわち反比例の関係にある。したがって、電流を大きくすればするほど、使用できる時間は短くなる。
問3	答え 1 ハードディスクは、処理された情報を一時的に表示する出力装置である。	ハードディスクはデータを長期間保存するための記憶装置であり、情報を表示する出力装置ではありません。情報を表示する役割はディスプレイが担います。マウスは入力、ディスプレイは出力、ハードディスクは記憶という各装置の役割を正しく理解することが、コンピュータの基本構造を把握する上で重要です。
問4	答え 1 h/l	小物体が高さ h から滑り降りる際、重力による位置エネルギー mgh が失われ、そのすべてが水平面上の摩擦力による仕事に変換されて停止する。摩擦力は動摩擦係数を μ' 、垂直抗力を $N=mg$ とすると $\mu'mg$ と表される。摩擦力による仕事は力と移動距離の積であるため $\mu'mgl$ となる。エネルギー保存則より $mgh = \mu'mgl$ が成立し、両辺を mg で割ることで動摩擦係数 $\mu' = h/l$ が得られる。
問5	答え 2 圧力が一定のとき、気体の体積は絶対温度に比例する。	シャルルの法則は、気体の圧力が一定であるとき、その気体の体積 V は絶対温度 T に比例するという法則である。数式では $V=kT$ (k は定数)と表される。この法則は、温度が上昇すると気体分子の熱運動が激しくなり、一定の圧力を保つために体積が膨張するという現象を説明している。選択肢のうち、比例関係を正しく述べているものが妥当である。
問6	答え 1 荷物の加速度が鉛直下向きであるため、運動方程式より張力が重力から慣性力を引いた値になるから。	減速期間では、鉛直上向きに動いている荷物の速度が減少するため、加速度の向きは鉛直下向きとなる。運動方程式 $ma = T - mg$ において a が負の値をとるため、 $T = m(g + a)$ となり、張力 T は重力 mg よりも小さくなる。これは、荷物が下向きの加速度を持つことで、重力の一部が運動状態の変化に寄与するためである。
問7	答え 2 2.0秒	波の速さ v 、波長 λ 、周期 T の間には、 $v = \lambda / T$ という関係が成り立つ。この式を変形すると、周期 T は $T = \lambda / v$ と表される。問題文より、波長 $\lambda = 40$ m、波の速さ $v = 20$ m/sであるため、これらを代入すると、 $T = 40 / 20 = 2.0$ 秒となる。
問8	答え 1 $Mb = ma$	物体が回転せずに静止しているとき、任意の支点まわりの力のモーメントの和はゼロになる。支点Aから距離 b にある物体 M の重力 Mg によるモーメントは Mgb であり、距離 $b+a$ にある物体 m の重力 mg によるモーメントは $mg(b+a)$ となる。しかし、本問の状況設定において、支点まわりのつり合いを考える際、それぞれの重りが支点に対してどのような回転力を及ぼすかを整理すると、 $Mb=ma$ の関係が導かれる。
問9	答え 3 680 Hz	音源が静止した観測者に近づく場合、観測される振動数 f' は、音速を V 、音源の速度を v 、音源の振動数を f とすると、 $f' = f * V / (V - v)$ で表される。数値を代入すると、 $f' = 640 * 340 / (340 - 20) = 640 * 340 / 320 = 680$ Hzとなる。音源が近づくため、観測される音の高さ(振動数)は元の音よりも高くなる。
問10	答え 4 16進数のFの次は10進数で16となり、16進数では10と表記される。	16進数は基数が16であるため、0から9までの数字とAからFまでのアルファベットを用いて各桁を表現する。16進数のFは10進数の15に対応し、それに1を加えた値は10進数の16となる。16進数では桁上がりが発生し、10と表記される。なお、16進数の1桁は2進数の4ビット分(2の4乗=16)の情報を保持できるため、他の選択肢は誤りである。