高校物理プリント（過去問類似）
物理ＩＢ（旧課程の過去問） No.2

名前 ＿＿＿＿＿＿＿＿

得点 ／10

問1 起電力V、内部抵抗rの電池をn個並列に接続し、外部抵抗Rに接続した回路がある。このとき、外部抵抗Rで消費される電力（ジュール熱）を表す式として正しいものはどれか。 （2005年　全国公立入試　類似）

1. (nV / (nR + r))^2 * R　**2.** (nV / (n * R + r))^2 * R　**3.** (V / (R + r))^2 * R　**4.** (nV / (R + n * r))^2 * R

問2 複雑な線形直流回路網において、任意の2つの端子から外部を見たとき、回路網全体を1つの起電力を持つ電圧源と、1つの内部抵抗が直列に接続された等価回路に置き換えることができるという定理を何というか。 （2005年　全国公立入試　類似）

1. キルヒホッフの法則　**2.** テブナンの定理　**3.** 重ね合わせの理　**4.** ジュールの法則

問3 光が空気から屈折率nの媒質へ入射する際、入射光の進行方向に垂直な線分PRと、屈折光の進行方向に垂直な線分QSの長さの比（PR/QS）を屈折率nを用いて表すとどうなるか。 （2004年　全国公立入試　類似）

1. nの二乗　**2.** 平方根n　**3.** 1/n　**4.** n

問4 極板間隔が5dの平行板コンデンサーにおいて、極板間に厚さdの金属板を挿入した。極板Bに正電荷を与えたとき、金属板が存在しない領域の電場の強さをE0とすると、極板間の電位差はいくらになるか。 （2005年　全国公立入試　類似）

1. dE0　**2.** 5dE0　**3.** 4dE0　**4.** 3dE0

問5 コンパクトディスク（CD）の表面に白色光を当てると虹色に見える理由として、最も適切な説明はどれか。 （2005年　全国公立入試　類似）

1. CD表面の薄い膜で光が反射し、屈折率の違いによって光が分光されるため。

2. CD表面の微細な溝が回折格子として機能し、光の回折と干渉によって波長ごとに分光されるため。

3. CD表面の微細な溝が光を乱反射させ、光の波長に関わらず特定の方向にのみ光が強め合うため。

4. CD表面の材質が光の波長に応じて異なる屈折率を持つため、プリズムと同様の原理で分光されるため。

問6 質量 1.0 kg の小物体が、質量 3.0 kg の台の上を滑り、台に対して静止した。小物体が台の上を滑っている最中のある時刻において、小物体の台に対する速度が 4.0 m/s であったとき、その瞬間の台の対地速度の大きさは何 m/s か。 （2004年　全国公立入試　類似）

1. 1.0 m/s　**2.** 1.3 m/s　**3.** 3.0 m/s　**4.** 4.0 m/s

問7 半導体ダイオードを含む直流回路において、抵抗による電圧降下を考慮する必要がある理由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. 抵抗が電流を増幅させる役割を持つため

2. ダイオードの内部抵抗が常にゼロであるため

3. 電源電圧がダイオードの順方向電圧と等しいため

4. 回路全体のエネルギー保存則を満たすため

問8 複数のコンデンサーを直列に接続した場合の合成容量の性質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. 合成容量は、接続された各コンデンサーの容量の和に等しい。

2. 合成容量は、接続された各コンデンサーの容量の平均値に等しい。

3. 合成容量は、接続された各コンデンサーの容量のうち最小のものよりも小さくなる。

4. 合成容量は、接続された各コンデンサーの容量のうち最大のものよりも大きくなる。

問9 屈折率1.5のガラス内部から屈折率1.0の空気中へ光が進むとき、全反射が起こるための入射角の条件として適切なものはどれか。ただし、sin(41.8度) = 0.667 とする。 （2004年　全国公立入試　類似）

1. 入射角が48.2度より小さい　**2.** 入射角が41.8度より小さい　**3.** 入射角が48.2度より大きい　**4.** 入射角が41.8度より大きい

問10 断熱変化に関する記述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. 気体が外部に対して膨張する仕事をした場合、気体の内部エネルギーは減少し、温度は低下する。

2. 外部との熱の出入りがないため、気体の内部エネルギーは常に一定である。

3. 断熱変化では気体の温度変化は起こらず、常に一定の温度が保たれる。

4. 気体が外部から圧縮される仕事を受けた場合、気体の内部エネルギーは減少し、温度は低下する。

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 1 (nV / (nR + r))^2 * R	並列接続されたn個の電池の合成起電力はVであり、合成内部抵抗はr/nとなる。回路全体に流れる電流Iは、オームの法則より I = V / (R + r/n) = nV / (nR + r) となる。外部抵抗Rで消費される電力は、ジュール熱の公式 P = I^2 * R にこの電流を代入することで求められる。
問2	答え 2 テブナンの定理	線形回路網の任意の2端子間における振る舞いは、端子を開放したときの電圧（起電力）と、端子から回路網側を見たときの合成抵抗（内部抵抗）が直列に接続された単一の等価回路として表すことができる。これをテブナンの定理と呼ぶ。複雑な回路を単純化して、接続する負荷抵抗に流れる電流を容易に求めるために用いられる。
問3	答え 4 n	光の進行方向に垂直な線分は、波面を表している。入射角をi、屈折角をrとすると、幾何学的な関係からPR = L × sin(i)、QS = L × sin(r)（Lは共通の斜辺）と表せる。したがって、PR/QS =sin(i) / sin(r) となる。スネルの法則 n1 × sin(i) = n2 × sin(r) において、空気の屈折率n1=1、媒質の屈折率n2=nとすると、sin(i) / sin(r) = n/1 = n が導かれる。
問4	答え 3 4dE0	コンデンサー内部の電位差Vは、電場Eと距離dの積（V=Ed）の和で求められる。金属板内部の電場は0であるため、電位差に寄与するのは金属板以外の領域のみである。全間隔5dから金属板の厚さdを引いた4dの区間で電場E0が生じているため、電位差は4dE0となる。
問5	答え 2 CD表面の微細な溝が回折格子として機能し、光の回折と干渉によって波長ごとに分光されるため。	CDの記録面には微細な溝が等間隔に並んでおり、これが回折格子として機能する。この溝に白色光が入射すると、光の回折と干渉により、波長ごとに強め合う方向が異なるため、反射光が虹色に分光されて見える。これは光の波動性を示す典型的な現象である。
問6	答え 1 1.0 m/s	系全体の運動量は保存され、初めに静止していたため常に0である。小物体の対地速度を v1、台の対地速度を v2 とすると、m*v1 + M*v2 = 0 が成り立つ。また、小物体の台に対する速度が4.0m/s なので、v1 - v2 = 4.0 である。これらを連立させると、1.0*v1 + 3.0*v2 = 0 かつ v1 =v2 + 4.0 となり、v2 = -1.0 m/s を得る。大きさは 1.0 m/s である。
問7	答え 4 回路全体のエネルギー保存則を満たすため	回路における電圧降下は、電荷が移動する際に消費されるエネルギーに対応しています。直流電源から供給された電気エネルギーは、回路内の各素子（抵抗やダイオード）で消費される必要があり、キルヒホッフの法則はエネルギー保存則を回路に適用したものです。したがって、抵抗による電圧降下を無視すると、回路全体のエネルギー収支が合わなくなり、物理的な整合性が保てなくなります。
問8	答え 3 合成容量は、接続された各コンデンサーの容量のうち最小のものよりも小さくなる。	直列接続されたコンデンサーの合成容量の逆数は、各容量の逆数の和である。この数学的性質により、合成容量の逆数は個々の容量の逆数よりも大きくなるため、合成容量自体は個々の容量よりも小さくなる。具体的には、直列接続では回路全体の極板間距離が実質的に増加する効果があるため、容量が減少する。したがって、合成容量は接続されたどのコンデンサーの容量よりも必ず小さくなる。
問9	答え 4 入射角が41.8度より大きい	臨界角をθとすると、sin(θ) = n2 / n1 = 1.0 / 1.5 = 0.666... となる。問題文より sin(41.8度) が約0.667であるため、臨界角は約41.8度である。全反射は入射角が臨界角よりも大きい場合に発生するため、入射角が41.8度を超えると光は境界で全反射する。
問10	答え 1 気体が外部に対して膨張する仕事をした場合、気体の内部エネルギーは減少し、温度は低下する。	断熱変化とは、外部との熱の出入りがない状態での気体の状態変化を指す。熱力学第一法則（Q =ΔU + W）においてQ=0となるため、気体が外部に対して仕事Wを行うと、その分だけ内部エネルギーΔUが減少し、温度が低下する。逆に、外部から仕事をされると内部エネルギーが増加し、温度は上昇する。したがって、熱の出入りがないからといって温度が変化しないわけではない。