2017 年北京理综

1. 以下关于热运动的说法正确的是（　）

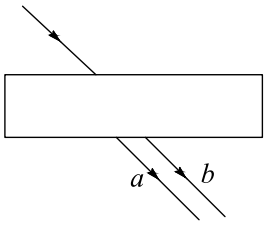
   A. 水流速度越大，水分子的热运动越剧烈

   B. 水凝结成冰后，水分子的热运动停止

   C. 水的温度越高，水分子的热运动越剧烈

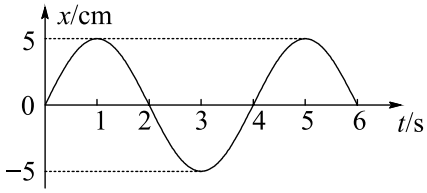
   D. 水的温度升高，每一个水分子的运动速率都会增大

2. 如图所示，一束可见光穿过平行玻璃砖后，变为 a、b 两束单色光。如果光束 b 是蓝光，则光束 a 可能是（　）



   A. 红光　　B. 黄光　　C. 绿光　　D. 紫光

3. 某弹簧振子沿 x 轴的简谐运动图象如图所示，下列描述正确的是（　）



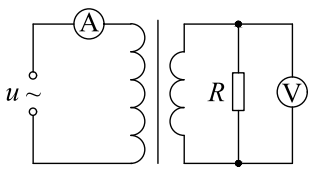
   A. $t=1\,\mathrm{s}$ 时，振子的速度为零，加速度为负的最大值

   B. $t=2\,\mathrm{s}$ 时，振子的速度为负，加速度为正的最大值

   C. $t=3\,\mathrm{s}$ 时，振子的速度为负的最大值，加速度为零

   D. $t=4\,\mathrm{s}$ 时，振子的速度为正，加速度为负的最大值

4. 如图所示，理想变压器的原线圈接在 $u=220\sqrt{2}\sin 100\pi t\,\mathrm{V}$ 的交流电源上，副线圈接有 $R=55\,\Omega$ 的负载电阻，原、副线圈匝数之比为 2:1，电流表、电压表均为理想电表。下列说法正确的是（　）



   A. 原线圈的输入功率为 $220\sqrt{2}\,\mathrm{W}$　　B. 电流表的读数为 $1\,\mathrm{A}$

   C. 电压表的读数为 $110\sqrt{2}\,\mathrm{V}$　　D. 副线圈输出交流电的周期为 $50\,\mathrm{s}$

5. 利用引力常量 G 和下列某一组数据，不能计算出地球质量的是（　）

A. 地球的半径及重力加速度（不考虑地球自转）

B. 人造卫星在地面附近绕地球做圆周运动的速度及周期

C. 月球绕地球做圆周运动的周期及月球与地球间的距离

D. 地球绕太阳做圆周运动的周期及地球与太阳间的距离

6. 2017 年年初，我国研制的“大连光源”——极紫外自由电子激光装置，发出了波长在 100 nm（1 nm $=10^{-9}$ m）附近连续可调的世界上最强的极紫外激光脉冲。大连光源因其光子的能量大、密度高，可在能源利用、光刻技术、雾霾治理等领域的研究中发挥重要作用。

一个处于极紫外波段的光子所具有的能量可以电离一个分子，但又不会把分子打碎。据此判断，能够电离一个分子的能量约为（取普朗克常量 $h=6.6\times10^{-34}\,\mathrm{J\cdot s}$，真空光速 $c=3\times10^{8}\,\mathrm{m/s}$）（　）

A. 10^{-21} J　　B. 10^{-18} J　　C. 10^{-15} J　　D. 10^{-12} J

7. 图 1 和图 2 是教材中演示自感现象的两个电路图，L_1 和 L_2 为电感线圈。实验时，断开开关 S_1 瞬间，灯 A_1 突然闪亮，随后逐渐变暗；闭合开关 S_2，灯 A_2 逐渐变亮，而另一个相同的灯 A_3 立即变亮，最终 A_2 与 A_3 的亮度相同。下列说法正确的是（　）

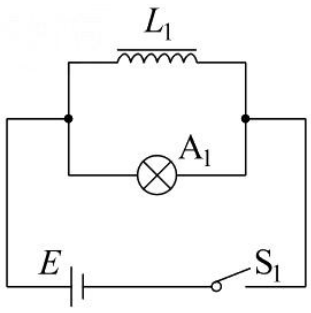


图 1

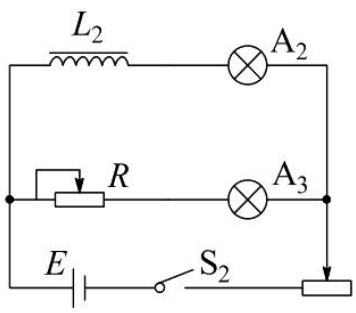


图 2

A. 图 1 中，A_1 与 L_1 的电阻值相同

B. 图 1 中，闭合 S_1，电路稳定后，A_1 中电流大于 L_1 中电流

C. 图 2 中，变阻器 R 与 L_2 的电阻值相同

D. 图 2 中，闭合 S_2 瞬间，L_2 中电流与变阻器 R 中电流相等

8. 物理学原理在现代科技中有许多重要应用。例如，利用波的干涉，可将无线电波的干涉信号用于飞机降落的导航。

如图所示，两个可发射无线电波的天线对称地固定于飞机跑道两侧，它们类似于杨氏干涉实验中的双缝。两天线同时都发出波长为 λ_1 和 λ_2 的无线电波。飞机降落过程中，当接收到 λ_1 和 λ_2 的信号都保持最强时，表明飞机已对准跑道。下列说法正确的是（　）



A. 天线发出的两种无线电波必须一样强

B. 导航利用了 λ_1 与 λ_2 两种无线电波之间的干涉

C. 两种无线电波在空间的强弱分布稳定

D. 两种无线电波各自在空间的强弱分布完全重合

9. 如图 1 所示，用质量为 m 的重物通过滑轮牵引小车，使它在长木板上运动，打点计时器在纸带上记录小车的运动情况。利用该装置可以完成“探究动能定理”的实验。

(1) 打点计时器使用的电源是 _____（选填选项前的字母）。

A．直流电源　　B．交流电源

(2) 实验中，需要平衡摩擦力和其他阻力，正确操作方法是 _____（选填选项前的字母）。

A．把长木板右端垫高　　B．改变小车的质量

在不挂重物且 _____（选填选项前的字母）的情况下，轻推一下小车，若小车拖着纸带做匀速运动，表明已经消除了摩擦力和其他阻力的影响。

A．计时器不打点　　B．计时器打点

(3) 接通电源，释放小车，打点计时器在纸带上打下一系列点，将打下的第一个点标为 O。在纸带上依次取 A、B、C……若干个计数点，已知相邻计数点间的时间间隔为 T。测得 A、B、C……各点到 O 点的距离为 x_1、x_2、x_3……，如图 2 所示。

实验中，重物质量远小于小车质量，可认为小车所受的拉力大小为 mg。从打 O 点到打 B 点的过程中，拉力对小车做的功 $W=$ _____，打 B 点时小车的速度 $v=$ _____。

(4) 以 v^2 为纵坐标，W 为横坐标，利用实验数据作出如图 3 所示的 v^2-W 图象。由此图象可得 v^2 随 W 变化的表达式为 _____。根据功与能的关系，动能的表达式中可能包含 v^2 这个因子；分析实验结果的单位关系，与图线斜率有关的物理量应是 _____。

(5) 假设已经完全消除了摩擦力和其他阻力的影响，若重物质量不满足远小于小车质量的条件，则从理论上分析，图 4 中正确反映 v^2-W 关系的是 _____。

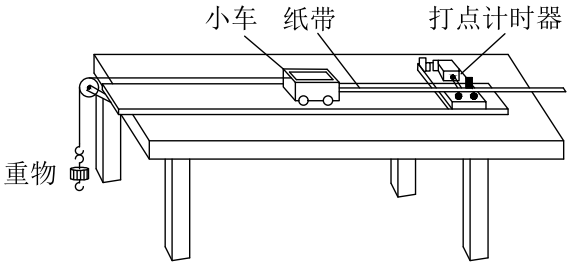


图 1

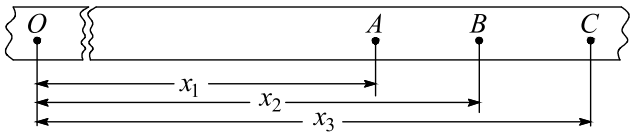


图 2

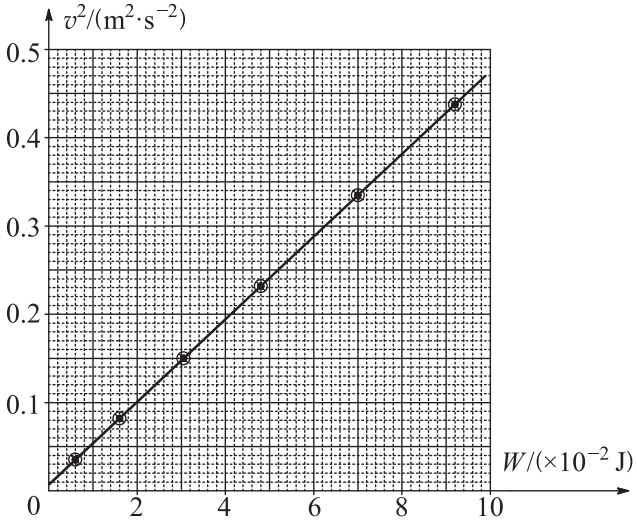


图 3

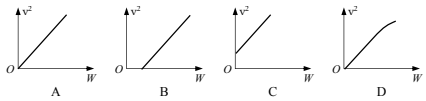


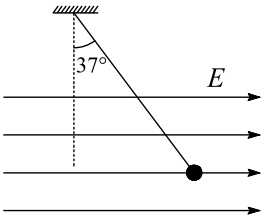
图 4

10. 如图所示，长 $l = 1\,\mathrm{m}$ 的轻质细绳上端固定，下端连接一个可视为质点的带电小球，小球静止在水平向右的匀强电场中，绳与竖直方向的夹角 $\theta = 37°$。已知小球所带电荷量 $q = 1.0 \times 10^{-6}\,\mathrm{C}$，匀强电场的电场强度 $E = 3.0 \times 10^3\,\mathrm{N/C}$，取重力加速度 $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$，$\sin 37° = 0.6$，$\cos 37° = 0.8$。求：

(1) 小球所受电场力 F 的大小。

(2) 小球的质量 m。

(3) 将电场撤去，小球回到最低点时速度 v 的大小。



11. 在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，一个静止的放射性原子核发生了一次 α 衰变。放射出的 α 粒子（${}_2^4\mathrm{He}$）在与磁场垂直的平面内做圆周运动，其轨道半径为 R。以 m、q 分别表示 α 粒子的质量和电荷量。

    (1) 放射性原子核用 ${}_Z^A\mathrm{X}$ 表示，新核的元素符号用 Y 表示，写出该 α 衰变的核反应方程。

    (2) α 粒子的圆周运动可以等效成一个环形电流，求圆周运动的周期和环形电流大小。

    (3) 设该衰变过程释放的核能都转化为 α 粒子和新核的动能，新核的质量为 M，求衰变过程的质量亏损 Δm。

12. 发电机和电动机具有装置上的类似性，源于它们机理上的类似性。直流发电机和直流电动机的工作原理可以简化为如图 1、图 2 所示的情景。

    在竖直向下的磁感应强度为 B 的匀强磁场中，两根光滑平行金属轨道 MN、PQ 固定在水平面内，相距为 L，电阻不计。电阻为 R 的金属导体棒 ab 垂直于 MN、PQ 放在轨道上，与轨道接触良好，以速度 v（v 平行于 MN）向右做匀速运动。

    图 1 轨道端点 MP 间接有阻值为 r 的电阻，导体棒 ab 受到水平向右的外力作用。图 2 轨道端点 MP 间接有直流电源，导体棒 ab 通过滑轮匀速提升重物，电路中的电流为 I。

    (1) 求在 Δt 时间内，图 1“发电机”产生的电能和图 2“电动机”输出的机械能。

    (2) 从微观角度看，导体棒 ab 中的自由电荷所受洛伦兹力在上述能量转化中起着重要作用。为了方便，可认为导体棒中的自由电荷为正电荷。

    a. 请在图 3（图 1 的导体棒 ab）、图 4（图 2 的导体棒 ab）中，分别画出自由电荷所受洛伦兹力的示意图。

    b. 我们知道，洛伦兹力对运动电荷不做功。那么，导体棒 ab 中的自由电荷所受洛伦兹力是如何在能量转化过程中起到作用的呢？请以图 2“电动机”为例，通过计算分析说明。

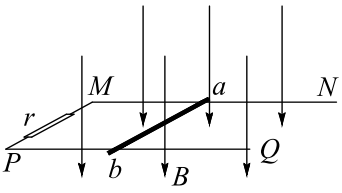


图 1

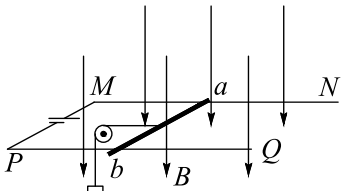


图 2

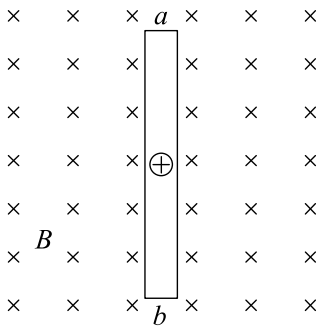


图 3

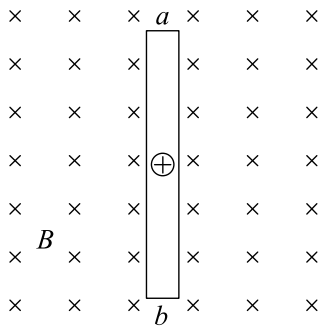


图 4