2010 年北京理综

1. 属于狭义相对论基本假设的是：在不同的惯性系中，(　)

A. 真空中光速不变　　B. 时间间隔具有相对性

C. 物体的质量不变　　D. 物体的能量与质量成正比

2. 对于红、黄、绿、蓝四种单色光，下列表述正确的是 (　)

A. 在相同介质中，绿光的折射率最大　　B. 红光的频率最高

C. 在相同介质中，蓝光的波长最短　　D. 黄光光子的能量最小

3. 太阳因核聚变释放出巨大的能量，同时其质量不断减少。太阳每秒钟辐射出的能量约为 $4\times10^{26}\,\mathrm{J}$，根据爱因斯坦质能方程，太阳每秒钟减少的质量最接近 (　)

A. $10^{36}\,\mathrm{kg}$　　B. $10^{18}\,\mathrm{kg}$　　C. $10^{13}\,\mathrm{kg}$　　D. $10^{9}\,\mathrm{kg}$

4. 一物体静置在平均密度为 ρ 的球形天体表面的赤道上。已知万有引力常量为 G，若由于天体自转使物体对天体表面压力恰好为零，则天体自转周期为 (　)

A. $\sqrt{\frac{4\pi}{3G\rho}}$　　B. $\sqrt{\frac{3}{4\pi G\rho}}$　　C. $\sqrt{\frac{\pi}{G\rho}}$　　D. $\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$

5. 一列横波沿 x 轴正向传播，a、b、c、d 为介质中沿波传播方向上四个质点的平衡位置。某时刻的波形如图 1 所示，此后，若经过 3/4 周期开始计时，则图 2 描述的是 (　)

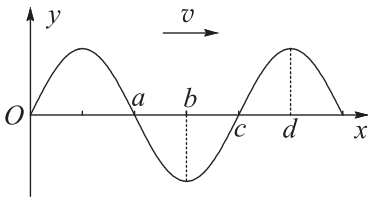


图 1

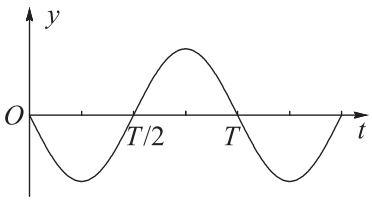
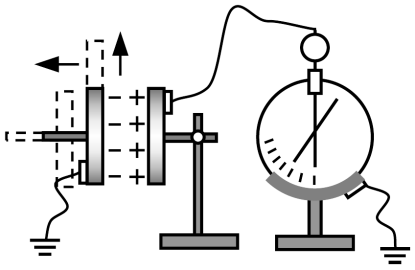


图 2

A. a 处质点的振动图象　　B. b 处质点的振动图象

C. c 处质点的振动图象　　D. d 处质点的振动图象

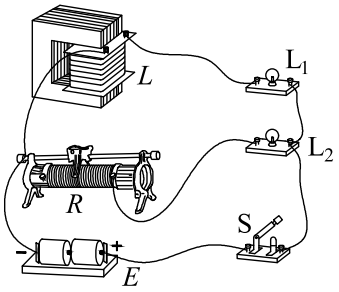
6. 用控制变量法，可以研究影响平行板电容器电容的因素（如图）。设两极板正对面积为 S，极板间的距离为 d，静电计指针偏角为 θ。实验中，极板所带电荷量不变，若 (　)

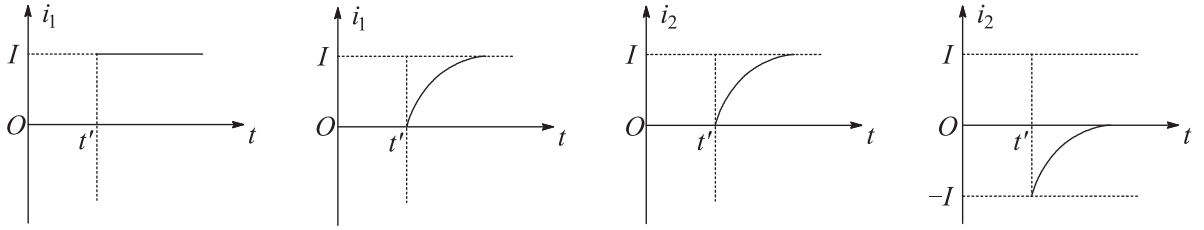


A. 保持 S 不变，增大 d，则 θ 变大　　B. 保持 S 不变，增大 d，则 θ 变小

C. 保持 d 不变，减小 S，则 θ 变小　　D. 保持 d 不变，减小 S，则 θ 不变

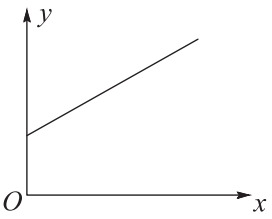
7. 在如图所示的电路中，两个相同的小灯泡 L_1 和 L_2 分别串联一个带铁芯的电感线圈 L 和一个滑动变阻器 R。闭合开关 S 后，调整 R，使 L_1 和 L_2 发光的亮度一样，此时流过两个灯泡的电流均为 I。然后，断开 S。若 t' 时刻再闭合 S，则在 t' 前后的一小段时间内，正确反映流过 L_1 的电流 i_1、流过 L_2 的电流 i_2 随时间 t 变化的图像是（　）





A.　　B.　　C.　　D.

8. 如图，若 x 轴表示时间，y 轴表示位置，则该图像反映了某质点做匀速直线运动时，位置与时间的关系。若令 x 轴和 y 轴分别表示其它的物理量，则该图像又可以反映在某种情况下，相应的物理量之间的关系。下列说法中正确的是（　）



A. 若 x 轴表示时间，y 轴表示动能，则该图像可以反映某物体受恒定合外力作用做直线运动过程中，物体动能与时间的关系

B. 若 x 轴表示频率，y 轴表示动能，则该图像可以反映光电效应中，光电子最大初动能与入射光频率之间的关系

C. 若 x 轴表示时间，y 轴表示动量，则该图像可以反映某物在沿运动方向的恒定合外力作用下，物体动量与时间的关系

D. 若 x 轴表示时间，y 轴表示感应电动势，则该图像可以反映静置于磁场中的某闭合回路，当磁感应强度随时间均匀增大时，闭合回路的感应电动势与时间的关系

9.（1）甲同学要把一个量程为 200 μA 的直流电流计 G，改装成量程是 0 ～ 4 V 的直流电压表。

① 按图 1 所示电路、用半偏法测定电流计 G 的内电阻 r_g，其中电阻 R_0 约为 1 kΩ。为使 r_g 的测量值尽量准确，在以下器材中，电源 E 应选用_____，电阻器 R_1 应选用_____，电阻器 R_2 应选用_____（选填器材前的字母）。

（A）电源（电动势 1.5 V）　　（B）电源（电动势 6 V）

（C）电阻箱（0 ～ 999.9 Ω）　　（D）滑动变阻器（0 ～ 500 Ω）

（E）电位器（一种可变电阻，与滑动变阻器相当）（0 ～ 5.1 kΩ）

（F）电位器（0 ～ 51 kΩ）

② 该同学在开关断开情况下，检查电路连接无误后，将 R_2 的阻值调至最大。后续的实验操作步骤依次是：_____，_____，_____，_____，最后记录 R_1 的阻值并整理好器材。（请按合理的实验顺序，选填下列步骤前的字母）

（A）闭合 S_1

（B）闭合 S_2

（C）调节 R_2 的阻值，使电流计指针偏转到满刻度

（D）调节 R_2 的阻值，使电流计指针偏转到满刻度的一半

（E）调节 R_1 的阻值，使电流计指针偏转到满刻度的一半

（F）调节 R_1 的阻值，使电流计指针偏转到满刻度

③ 如果所得的 R_1 的阻值为 300.0 Ω，则图 1 中被测电流计 G 的内阻 r_g 的测量值为_____ Ω，该测量值_____实际值（选填“略大于”、“略小于”或“等于”）。

④ 给电流计 G____联（选填“串”或“并”）一个阻值为_____ kΩ 的电阻，就可以将该电流计 G 改装为量程 4 V 的电压表。

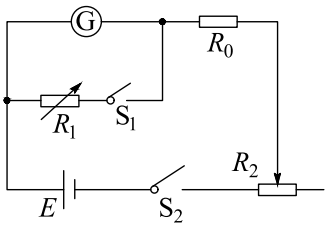


图 1

（2）乙同学要将另一个电流计 G 改装成直流电压表，但他仅借到一块标准电压表 V_0、一个电池组 E、一个滑动变阻器 R' 和几个待用的阻值准确的定值电阻。

①该同学从上述具体条件出发，先将待改装的表 G 直接与一个定值电阻 R 相连接，组成一个电压表；然后用标准电压表 V_0 校准。请你画完图 2 中方框中的校准电路图。

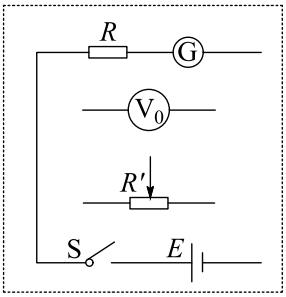


图 2

②实验中，当定值电阻 R 选用 17.0 kΩ 时，调整滑动变阻器 R' 的阻值，电压表 V_0 的示数是 4.0 V 时，表 G 的指针恰好指到满量程的五分之二；当 R 选用 7.0 kΩ 时，调整 R' 的阻值，电压表 V_0 的示数是 2.0 V，表 G 的指针又指到满量程的五分之二。

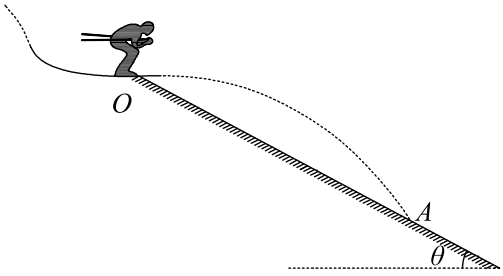
由此可以判定，表 G 的内阻 r_g 是_____ kΩ，满偏电流 I_g 是_____ mA。若要将表 G 改装为量程是 15 V 的电压表，应配备一个_____ kΩ 的电阻。

10. 如图，跳台滑雪运动员经过一段加速滑行后从 O 点水平飞出，经过 3.0 s 落到斜坡上的 A 点。已知 O 点是斜坡的起点，斜坡与水平面的夹角 $\theta = 37°$，运动员的质量 $m = 50\,\text{kg}$。不计空气阻力。（取 $\sin 37° = 0.60$，$\cos 37° = 0.80$；g 取 $10\,\text{m/s}^2$）求：

(1) A 点与 O 点的距离 L；

(2) 运动员离开 O 点时的速度大小；

(3) 运动员落到 A 点时的动能。



11. 利用霍尔效应制作的霍尔元件以及传感器，广泛应用于测量和自动控制等领域。

如图 1，将一金属或半导体薄片垂直置于磁场 B 中，在薄片的两个侧面 a、b 间通以电流 I 时，另外两侧 c、f 间产生电势差，这一现象称为霍尔效应。其原因是薄片中的移动电荷受洛伦兹力的作用向一侧偏转和积累，于是 c、f 间建立起电场 E_H，同时产生霍尔电势差 U_H。当电荷所受的电场力与洛伦兹力处处相等时，E_H 和 U_H 达到稳定值，U_H 的大小与 I 和 B 以及霍尔元件厚度 d 之间满足关系式 $U_H = R_H \frac{IB}{d}$，其中比例系数 R_H 称为霍尔系数，仅与材料性质有关。

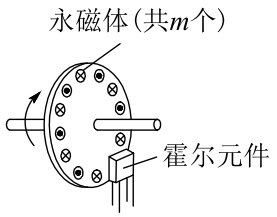


图 2

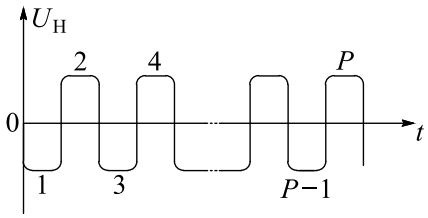


图 3

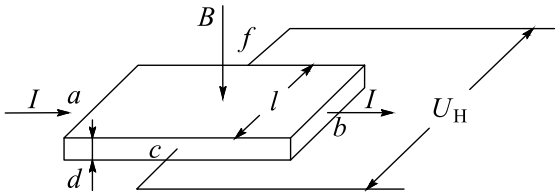


图 1

(1) 设半导体薄片的宽度（c、f 间距）为 l，请写出 U_H 和 E_H 的关系式；若半导体材料是电子导电的，请判断图 1 中 c、f 哪端的电势高；

(2) 已知半导体薄片内单位体积中导电的电子数为 n，电子的电荷量为 e，请导出霍尔系数 R_H 的表达式。（通过横截面积 S 的电流 $I = nevS$，其中 v 是导电电子定向移动的平均速率）；

(3) 图 2 是霍尔测速仪的示意图，将非磁性圆盘固定在转轴上，圆盘的周边等距离地嵌装着 m 个永磁体，相邻永磁体的极性相反。霍尔元件置于被测圆盘的边缘附近。当圆盘匀速转动时，霍尔元件输出的电压脉冲信号图像如图 3 所示。

（A）若在时间 t 内，霍尔元件输出的脉冲数目为 P，请导出圆盘转速 N 的表达式。

（B）利用霍尔测速仪可以测量汽车行驶的里程。除此之外，请你展开“智慧的翅膀”，提出另一个实例或设想。

12. 雨滴在穿过云层的过程中，不断与漂浮在云层中的小水珠相遇并结合为一体，其质量逐渐增大。现将上述过程简化为沿竖直方向的一系列碰撞。已知雨滴的初始质量为 m_0，初速度为 v_0，下降距离 l 后与静止的小水珠碰撞且合并，质量变为 m_1。此后每经过同样的距离 l 后，雨滴均与静止的小水珠碰撞且合并，质量依次变为 m_2、m_3……m_n……（设各质量为已知量）。不计空气阻力。

(1) 若不计重力，求第 n 次碰撞后雨滴的速度 v'_n；

(2) 若考虑重力的影响，

（A）求第 1 次碰撞前、后雨滴的速度 v_1 和 v_1'；

（B）求第 n 次碰撞后雨滴的动能 $\frac{1}{2}m_n v_n'^2$。