2005 年北京春季理综

1. 有关红、蓝两束单色光，下述说法正确的是（　）

A. 在空气中的波长 $\lambda_{红} < \lambda_{蓝}$

B. 在水中的光速 $v_{红} < v_{蓝}$

C. 在同一介质中的折射率 $n_{红} > n_{蓝}$

D. 蓝光光子的能量大于红光光子的能量

2. 一电池外电路断开时的路端电压为 3 V，接上 8 Ω 的负载电阻后路端电压降为 2.4 V，则可以判定电池的电动势 E 和内电阻 r 为（　）

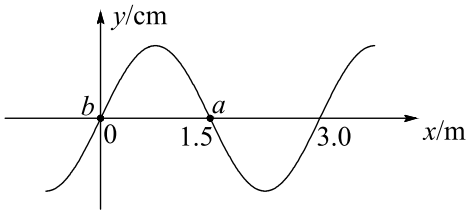
A. $E = 2.4\,\mathrm{V}$，$r = 1\,\Omega$

B. $E = 3\,\mathrm{V}$，$r = 2\,\Omega$

C. $E = 2.4\,\mathrm{V}$，$r = 2\,\Omega$

D. $E = 3\,\mathrm{V}$，$r = 1\,\Omega$

3. 一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波，波速为 60 m/s，在 $t = 0$ 时波的图像如图所示，则（　）



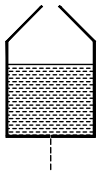
A. 此波频率为 40 Hz，此时质元 b 的速度为零

B. 此波频率为 40 Hz，此时质元 b 的速度向着 y 轴负方向

C. 此波频率为 20 Hz，此时质元 a 的速度向着 y 轴正方向

D. 此波频率为 20 Hz，此时质元 a 的速度为零

4. 如图所示，一个盛水的容器底部有一小孔。静止时用手指堵住小孔不让它漏水，假设容器在下述几种运动过程中始终保持平动，且忽略空气阻力，则（　）



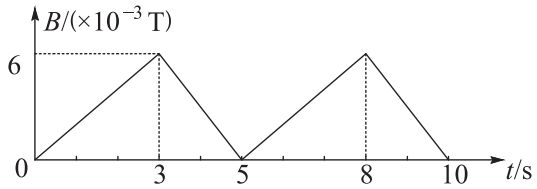
A. 容器自由下落时，小孔向下漏水

B. 将容器竖直向上抛出，容器向上运动时，小孔向下漏水；容器向下运动时，小孔不向下漏水

C. 将容器水平抛出，容器在运动中小孔向下漏水

D. 将容器斜向上抛出，容器在运动中小孔不向下漏水

5. 一个边长为 6 cm 的正方形金属线框置于匀强磁场中，线框平面与磁场垂直，电阻为 0.36 Ω。磁感应强度 B 随时间 t 的变化关系如图所示，则线框中感应电流的有效值为（　）



A. $\sqrt{2}\times10^{-5}$ A　　B. $\sqrt{6}\times10^{-5}$ A　　C. $\frac{\sqrt{2}}{2}\times10^{-5}$ A　　D. $\frac{3\sqrt{2}}{2}\times10^{-5}$ A

6. (1) 图 1 中螺旋测微器的读数为 _____ mm。

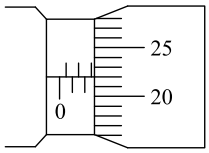


图 1

(2) 原始的电话机将听筒和话筒串联成一个电路，当自己对着话筒讲话时，会从话筒中听到自己的声音，导致听觉疲劳而影响通话。现代的电话将听筒电路与话筒电路分开，改进的电路原理示意图如图 2 所示，图 2 中线圈 I 与线圈 II 匝数相等，$R_0 = 1.2\,\text{k}\Omega$，$R = 3.6\,\text{k}\Omega$，$R_x$ 为可变电阻。当 R_x 调到某一值时，从听筒中就听不到话筒传出的声音了，这时 $R_x =$ _____ kΩ。

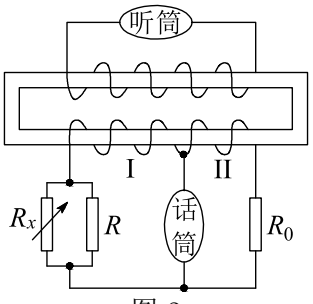


图 2

(3) 在测量电阻的实验中，提供的器材有：3 V 稳压电源 E、滑线变阻器 R、电压表 V、电流表 A、待测电阻 R_x，以及开关 S、导线等。要求：①电流表内接；②调节滑线变阻器可使电压表的示数在 0 V ～ 3 V 间变化。

在实验中，有的同学连成图 3、图 4 所示的电路，其中 a，b，c，…，k 是表示接线柱的字母。请将图 3、图 4 中接线错误（用导线两端接线柱的字母表示）、引起的后果、改正的方法（改接、撤消或增添），分别填在图下面相应的表格中。

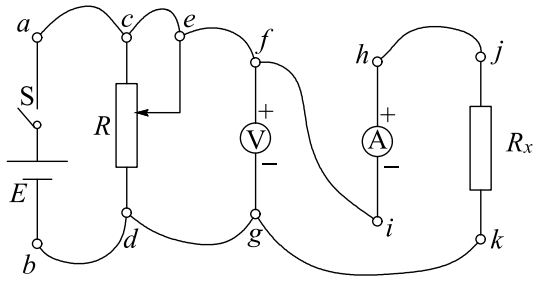


图 3

接线错误	引起的后果	改正的方法

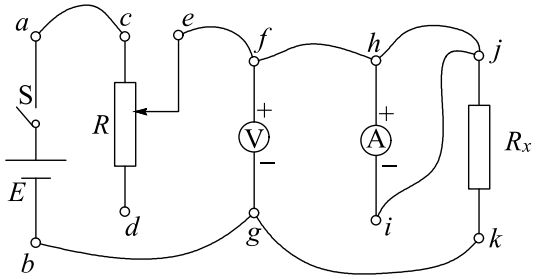


图 4

接线错误	引起的后果	改正的方法

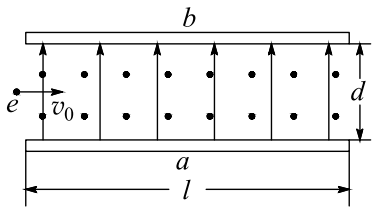
7. 两块金属板 a、b 平行放置，板间存在与匀强电场正交的匀强磁场，假设电场、磁场只存在于两板间的空间区域。一束电子以一定的初速度 v_0 从两极板中间，沿垂直于电场、磁场的方向射入场中，无偏转地通过场区，如图所示。

已知板长 $l = 10\,\mathrm{cm}$，两板间距 $d = 3.0\,\mathrm{cm}$，两板间电势差 $U = 150\,\mathrm{V}$，$v_0 = 2.0\times10^7\,\mathrm{m/s}$。

（电子所带电荷量的大小与其质量之比 $\frac{e}{m} = 1.76\times10^{11}\,\mathrm{C/kg}$，电子电荷量的大小 $e = 1.60\times10^{-19}\,\mathrm{C}$）

(1) 求磁感应强度 B 的大小；

(2) 若撤去磁场，求电子穿过电场时偏离入射方向的距离，以及电子通过场区后动能增加多少？



8. 下雪天，卡车在笔直的高速公路上匀速行驶。司机突然发现前方停着一辆故障车，他将刹车踩到底，车轮被抱死，但卡车仍向前滑行，并撞上故障车，且推着它共同滑行了一段距离 l 后停下。事故发生后，经测量，卡车刹车时与故障车距离为 L，撞车后共同滑行的距离 $l=\frac{8}{25}L$。假定两车轮胎与雪地之间的动摩擦因数相同。已知卡车质量 M 为故障车质量 m 的 4 倍。

   (1) 设卡车与故障车相碰前的速度为 v_1，两车相撞后的速度变为 v_2，求 $\frac{v_1}{v_2}$；

   (2) 卡车司机至少在距故障车多远处采取同样的紧急刹车措施，事故就能免于发生。

9. 近期《科学》中文版的文章介绍了一种新技术——航天飞缆，航天飞缆是用柔性缆索将两个物体连接起来在太空飞行的系统。飞缆系统在太空飞行中能为自身提供电能和拖曳力，它还能清理“太空垃圾”等。从 1967 年至 1999 年 17 次试验中，飞缆系统试验已获得部分成功。该系统的工作原理可用物理学的基本定律来解释。

   下图为飞缆系统的简化模型示意图，图中两个物体 P，Q 的质量分别为 m_P、m_Q，柔性金属缆索长为 l，外有绝缘层，系统在近地轨道作圆周运动，运动过程中 Q 距地面高为 h。设缆索总保持指向地心，P 的速度为 v_P。已知地球半径为 R，地面的重力加速度为 g。

   (1) 飞缆系统在地磁场中运动，地磁场在缆索所在处的磁感应强度大小为 B，方向垂直于纸面向外。设缆索中无电流，问缆索 P、Q 哪端电势高？此问中可认为缆索各处的速度均近似等于 v_P，求 P、Q 两端的电势差；

   (2) 设缆索的电阻为 R_1，如果缆索两端物体 P、Q 通过周围的电离层放电形成电流，相应的电阻为 R_2，求缆索所受的安培力多大；

   (3) 求缆索对 Q 的拉力 F_Q。

