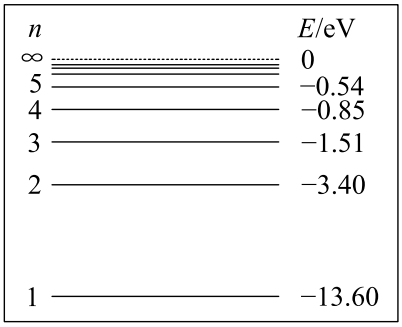
2020 年北京

1. 以下现象不属于干涉的是（　）

A. 白光经过杨氏双缝得到彩色图样　　B. 白光照射肥皂膜呈现彩色图样

C. 白光经过三棱镜得到彩色图样　　D. 白光照射水面油膜呈现彩色图样

2. 氢原子能级示意如图。现有大量氢原子处于 $n=3$ 能级上，下列说法正确的是（　）



A. 这些原子跃迁过程中最多可辐射出 2 种频率的光子

B. 从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级比跃迁到 $n=2$ 能级辐射的光子频率低

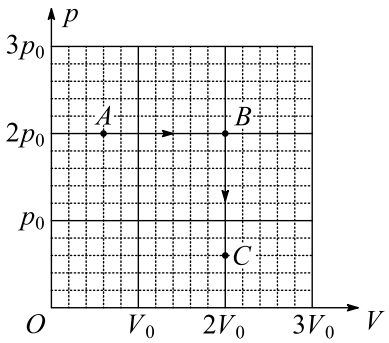
C. 从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=4$ 能级需吸收 0.66 eV 的能量

D. $n=3$ 能级的氢原子电离至少需要吸收 13.6 eV 的能量

3. 随着通信技术的更新换代，无线通信使用的电磁波频率更高，频率资源更丰富，在相同时间内能够传输的信息量更大。第 5 代移动通信技术（简称 5G）意味着更快的网速和更大的网络容载能力，“4G 改变生活，5G 改变社会”。与 4G 相比，5G 使用的电磁波（　）

A. 光子能量更大　　B. 衍射更明显　　C. 传播速度更大　　D. 波长更长

4. 如图所示，一定量的理想气体从状态 A 开始，经历两个过程，先后到达状态 B 和 C。有关 A、B 和 C 三个状态温度 T_A、T_B 和 T_C 的关系，正确的是（　）



A. $T_A=T_B$，$T_B=T_C$　　B. $T_A<T_B$，$T_B<T_C$

C. $T_A=T_C$，$T_B>T_C$　　D. $T_A=T_C$，$T_B<T_C$

5. 我国首次火星探测任务被命名为“天问一号”。已知火星质量约为地球质量的 10%，半径约为地球半径的 50%，下列说法正确的是（　）

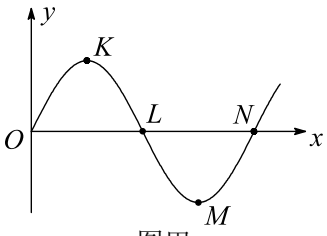
A. 火星探测器的发射速度应大于地球的第二宇宙速度

B. 火星探测器的发射速度应介于地球的第一和第二宇宙速度之间

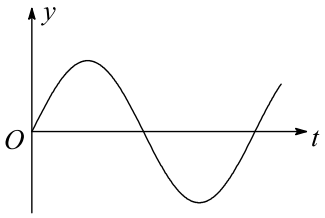
C. 火星的第一宇宙速度大于地球的第一宇宙速度

D. 火星表面的重力加速度大于地球表面的重力加速度

6. 一列简谐横波某时刻波形如图 甲 所示。由该时刻开始计时，质点 L 的振动情况如图 乙 所示。下列说法正确的是（　）



图甲



图乙

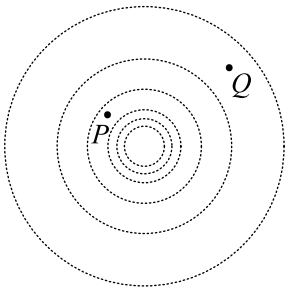
A. 该横波沿 x 轴负方向传播

B. 质点 N 该时刻向 y 轴负方向运动

C. 质点 L 经半个周期将沿 x 轴正方向移动

D. 该时刻质点 K 与 M 的速度、加速度都相同

7. 真空中某点电荷的等势面示意如图，图中相邻等势面间电势差相等。下列说法正确的是（　）



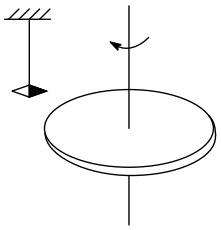
A. 该点电荷一定为正电荷

B. P 点的场强一定比 Q 点的场强大

C. P 点电势一定比 Q 点电势低

D. 正检验电荷在 P 点比在 Q 点的电势能大

8. 如图所示，在带负电荷的橡胶圆盘附近悬挂一个小磁针。现驱动圆盘绕中心轴高速旋转，小磁针发生偏转。下列说法正确的是（　）



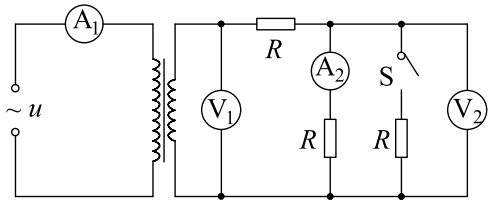
A. 偏转原因是圆盘周围存在电场

B. 偏转原因是圆盘周围产生了磁场

C. 仅改变圆盘的转动方向，偏转方向不变

D. 仅改变圆盘所带电荷的电性，偏转方向不变

9. 如图所示，理想变压器原线圈接在 $u = U_m \sin(\omega t + \varphi)$ 的交流电源上，副线圈接三个阻值相同的电阻 R，不计电表内电阻影响。闭合开关 S 后（　）



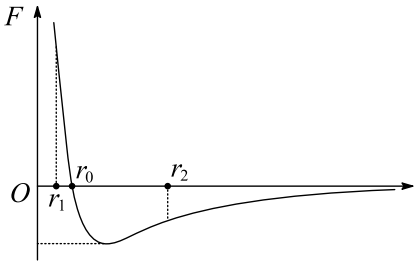
A. 电流表 A_2 的示数减小

B. 电压表 V_1 的示数减小

C. 电压表 V_2 的示数不变

D. 电流表 A_1 的示数不变

10. 分子力 F 随分子间距离 r 的变化如图所示。将两分子从相距 $r = r_2$ 处释放，仅考虑这两个分子间的作用，下列说法正确的是（　）



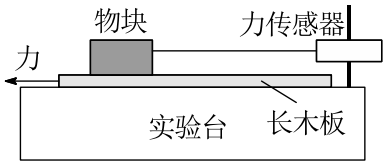
A. 从 $r = r_2$ 到 $r = r_0$ 分子间引力、斥力都在减小

B. 从 $r = r_2$ 到 $r = r_1$ 分子力的大小先减小后增大

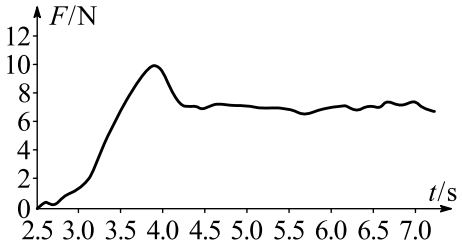
C. 从 $r = r_2$ 到 $r = r_0$ 分子势能先减小后增大

D. 从 $r = r_2$ 到 $r = r_1$ 分子动能先增大后减小

11. 某同学利用图 甲 所示装置研究摩擦力的变化情况。实验台上固定一个力传感器，传感器用棉线拉住物块，物块放置在粗糙的长木板上。水平向左拉木板，传感器记录的 $F - t$ 图像如图 乙 所示。下列说法正确的是（　）



图甲



图乙

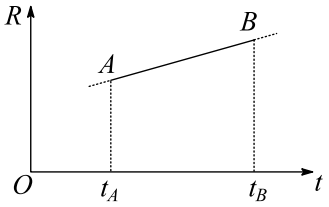
A. 实验中必须让木板保持匀速运动

B. 图 乙 中曲线就是摩擦力随时间的变化曲线

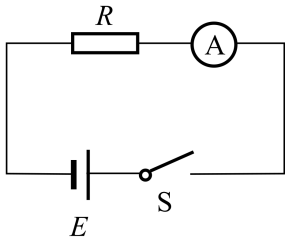
C. 最大静摩擦力与滑动摩擦力之比约为 10:7

D. 只用图 乙 中数据可得出物块与木板间的动摩擦因数

12. 图 甲 表示某金属丝的电阻 R 随摄氏温度 t 变化的情况。把这段金属丝与电池、电流表串联起来（图 乙），用这段金属丝做测温探头，把电流表的刻度改为相应的温度刻度，就得到了一个简易温度计。下列说法正确的是（　）



图甲



图乙

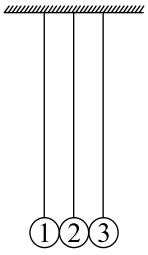
A. t_A 应标在电流较大的刻度上，且温度与电流是线性关系

B. t_A 应标在电流较大的刻度上，且温度与电流是非线性关系

C. t_B 应标在电流较大的刻度上，且温度与电流是线性关系

D. t_B 应标在电流较大的刻度上，且温度与电流是非线性关系

13. 在同一竖直平面内，3 个完全相同的小钢球（1 号、2 号、3 号）悬挂于同一高度；静止时小球恰能接触且悬线平行，如图所示。在下列实验中，悬线始终保持绷紧状态，碰撞均为对心正碰。以下分析正确的是（　）



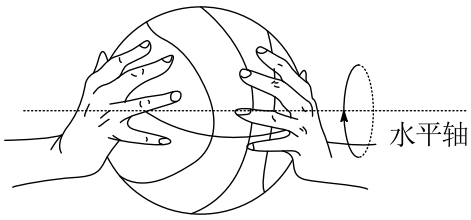
A. 将 1 号移至高度 h 释放，碰撞后，观察到 2 号静止、3 号摆至高度 h。若 2 号换成质量不同的小钢球，重复上述实验，3 号仍能摆至高度 h

B. 将 1、2 号一起移至高度 h 释放，碰撞后，观察到 1 号静止，2、3 号一起摆至高度 h，释放后整个过程机械能和动量都守恒

C. 将右侧涂胶的 1 号移至高度 h 释放，1、2 号碰撞后粘在一起，根据机械能守恒，3 号仍能摆至高度 h

D. 将 1 号和右侧涂胶的 2 号一起移至高度 h 释放，碰撞后，2、3 号粘在一起向右运动，未能摆至高度 h，释放后整个过程机械能和动量都不守恒

14. 在无风的环境，某人在高处释放静止的篮球，篮球竖直下落；如果先让篮球以一定的角速度绕过球心的水平轴转动（如图）再释放，则篮球在向下掉落的过程中偏离竖直方向做曲线运动。其原因是，转动的篮球在运动过程中除受重力外，还受到空气施加的阻力 f_1 和偏转力 f_2。这两个力与篮球速度 v 的关系大致为：$f_1 = k_1 v^2$，方向与篮球运动方向相反；$f_2 = k_2 v$，方向与篮球运动方向垂直。下列说法正确的是（　）



A. k_1、k_2 是与篮球转动角速度无关的常量

B. 篮球可回到原高度且角速度与释放时的角速度相同

C. 人站得足够高，落地前篮球有可能向上运动

D. 释放条件合适，篮球有可能在空中持续一段水平直线运动

15. 在“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”实验中，做如下探究：

(1) 为猜想加速度与质量的关系，可利用图 1 所示装置进行对比实验。两小车放在水平板上，前端通过钩码牵引，后端各系一条细线，用板擦把两条细线按在桌上，使小车静止。抬起板擦，小车同时运动，一段时间后按下板擦，小车同时停下。对比两小车的位移，可知加速度与质量大致成反比。关于实验条件，下列正确的是：_____（选填选项前的字母）。

（A）小车质量相同，钩码质量不同

（B）小车质量不同，钩码质量相同

（C）小车质量不同，钩码质量不同

(2) 某同学为了定量验证（1）中得到的初步关系，设计实验并得到小车加速度 a 与质量 M 的 7 组实验数据，如下表所示。在图 2 所示的坐标纸上已经描好了 6 组数据点，请将余下的一组数据描在坐标纸上，并作出 $a - \frac{1}{M}$ 图像 _____。

次数	1	2	3	4	5	6	7
$a/(\mathrm{m/s^2})$	0.62	0.56	0.48	0.40	0.32	0.24	0.15
M/kg	0.25	0.29	0.33	0.40	0.50	0.71	1.00

(3) 在探究加速度与力的关系实验之前，需要思考如何测“力”。请在图 3 中画出小车受力的示意图。为了简化“力”的测量，下列说法正确的是：_____（选填选项前的字母）。

A．使小车沿倾角合适的斜面运动，小车受力可等效为只受绳的拉力

B．若斜面倾角过大，小车所受合力将小于绳的拉力

C．无论小车运动的加速度多大，砂和桶的重力都等于绳的拉力

D．让小车的运动趋近于匀速运动，砂和桶的重力才近似等于绳的拉力

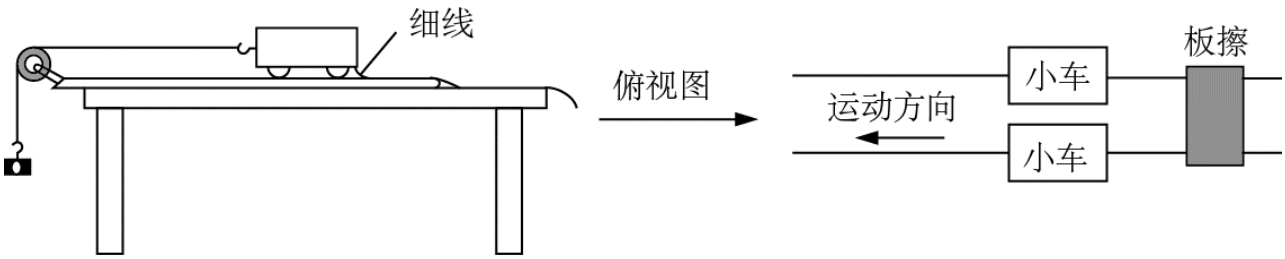


图 1

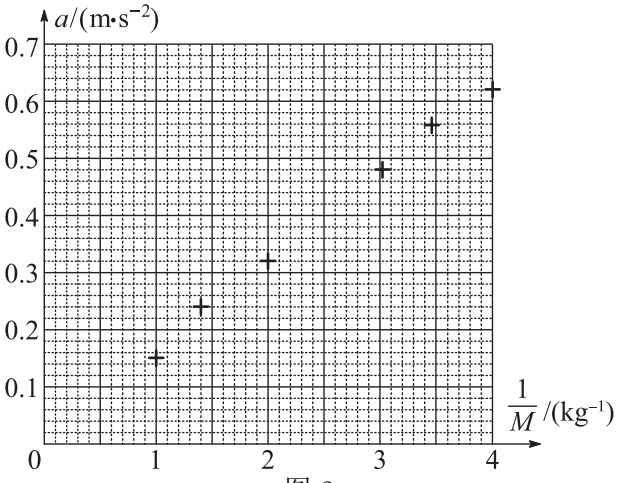


图 2

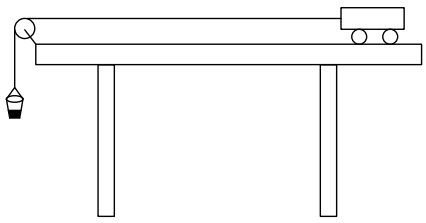


图 3

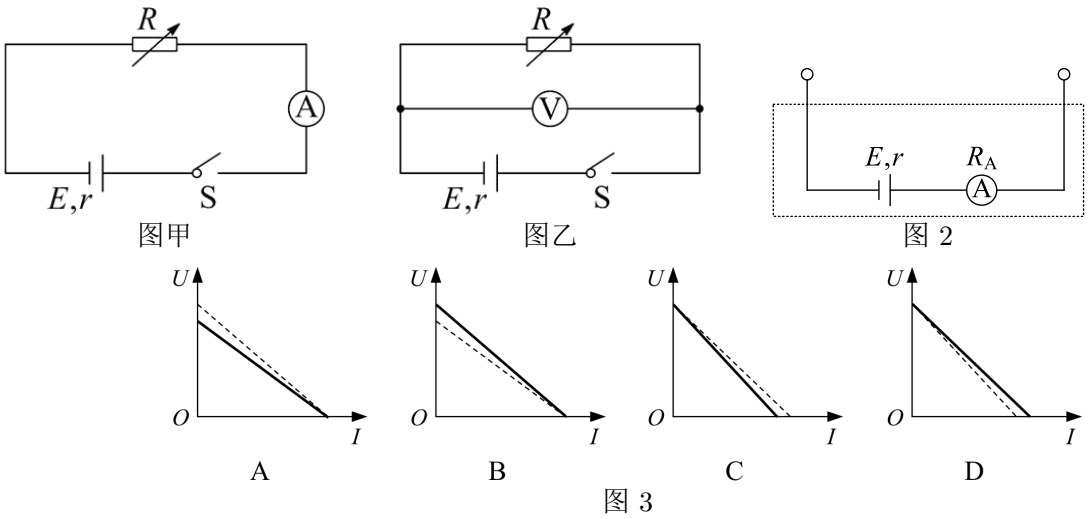
16. 用图 甲、图 乙 所示的两种方法测量某电源的电动势和内电阻（约为 1 Ω）。其中 R 为电阻箱，电流表的内电阻约为 0.1 Ω，电压表的内电阻约为 3 kΩ。

(1) 利用图 甲 实验电路测电源的电动势 E 和内电阻 r，所测量的实际是图 2 中虚线框所示“等效电源”的电动势 E' 和内电阻 r'。若电流表内电阻用 R_A 表示，请你用 E、r 和 R_A 表示出 E'、r'，并简要说明理由。

(2) 某同学利用图像分析甲、乙两种方法中由电表内电阻引起的实验误差。在图 3 中，实线是根据实验数据（图 甲：$U = IR$，图 乙：$I = \frac{U}{R}$）描点作图得到的 $U - I$ 图像；虚线是该电源的路端电压 U 随电流 I 变化的 $U - I$ 图像（没有电表内电阻影响的理想情况）。

在图 3 中，对应图 甲 电路分析的 $U - I$ 图像是：_____；对应图 乙 电路分析的 $U - I$ 图像是：_____。

(3) 综合上述分析，为了减小由电表内电阻引起的实验误差，本实验应选择图 甲、图 乙 中的_____（填“甲”或“乙”）。



17. 无人机在距离水平地面高度 h 处，以速度 v_0 水平匀速飞行并释放一包裹，不计空气阻力，重力加速度为 g。

(1) 求包裹释放点到落地点的水平距离 x；

(2) 求包裹落地时的速度大小 v；

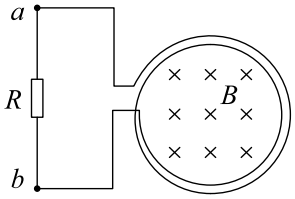
(3) 以释放点为坐标原点，初速度方向为 x 轴方向，竖直向下为 y 轴方向，建立平面直角坐标系，写出该包裹运动的轨迹方程。

18. 如图 甲 所示，$N = 200$ 匝的线圈（图中只画了 2 匝），电阻 $r = 2\,\Omega$，其两端与一个 $R = 48\,\Omega$ 的电阻相连，线圈内有指向纸内方向的磁场。线圈中的磁通量按图 乙 所示规律变化。

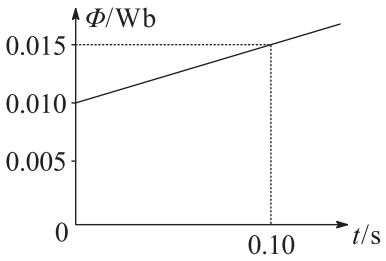
(1) 判断通过电阻 R 的电流方向；

(2) 求线圈产生的感应电动势 E；

(3) 求电阻 R 两端的电压 U。



图甲



图乙

19. 如图 甲 所示，真空中有一长直细金属导线 MN，与导线同轴放置一半径为 R 的金属圆柱面。假设导线沿径向均匀射出速率相同的电子，已知电子质量为 m，电荷量为 e。不考虑出射电子间的相互作用。

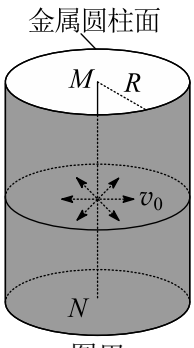
(1) 可以用以下两种实验方案测量出射电子的初速度：

（A）在柱面和导线之间，只加恒定电压；

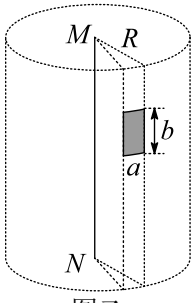
（B）在柱面内，只加与 MN 平行的匀强磁场。

当电压为 U_0 或磁感应强度为 B_0 时，刚好没有电子到达柱面。分别计算出射电子的初速度 v_0。

(2) 撤去柱面，沿柱面原位置放置一个弧长为 a、长度为 b 的金属片，如图 乙 所示。在该金属片上检测到出射电子形成的电流为 I，电子流对该金属片的压强为 p。求单位长度导线单位时间内出射电子的总动能。



图甲



图乙

20. 某试验列车按照设定的直线运动模式，利用计算机控制制动装置，实现安全准确地进站停车。制动装置包括电气制动和机械制动两部分。图 1 所示为该列车在进站停车过程中设定的加速度大小 $a_{车}$ 随速度 v 的变化曲线。

（注意：解题过程中需要用到、但题目没有给出的物理量，要在解题时做必要的说明）

(1) 求列车速度从 20 m/s 降至 3 m/s 经过的时间 t 及行进的距离 x。

(2) 有关列车电气制动，可以借助图 2 模型来理解。图中水平平行金属导轨处于竖直方向的匀强磁场中，回路中的电阻阻值为 R，不计金属棒 MN 及导轨的电阻。MN 沿导轨向右运动的过程，对应列车的电气制动过程，可假设 MN 棒运动的速度与列车的速度、棒的加速度与列车电气制动产生的加速度成正比。列车开始制动时，其速度和电气制动产生的加速度大小对应图 1 中的 P 点。论证电气制动产生的加速度大小随列车速度变化的关系，并在图 1 中画出图线。

(3) 制动过程中，除机械制动和电气制动外，列车还会受到随车速减小而减小的空气阻力。分析说明列车从 100 m/s 减到 3 m/s 的过程中，在哪个速度附近所需机械制动最强？

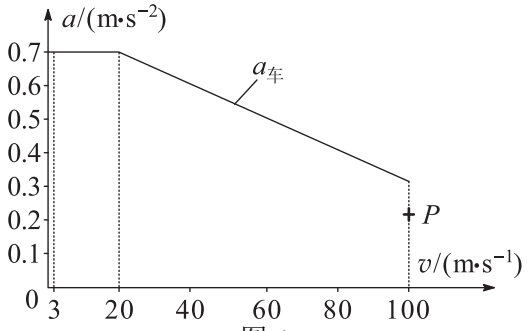


图 1

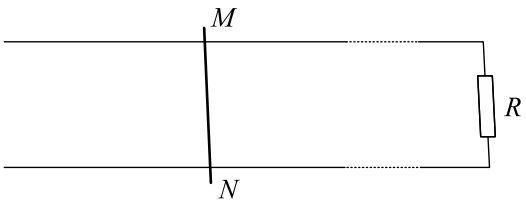


图 2