

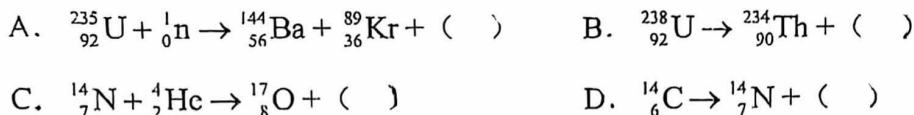


北京十五中高三个阶段测试物理试卷

2024. 08

一. 单项选择题 (本题共 12 小题, 每小题 3 分, 共 36 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一个选项是符合题意的)

1. 卢瑟福提出原子核式结构模型是为了解释
 A. α 粒子散射实验 B. 核聚变反应 C. 天然放射现象 D. 核裂变反应
2. 下列核反应方程中括号内的粒子为中子的是



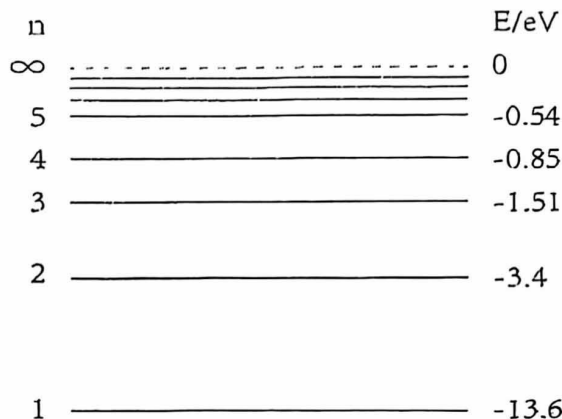
3. 氢原子能级示意如图。现有大量氢原子处于 $n=3$ 能级上, 下列说法正确的是

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 $n=2$ 能级辐射的光子波长长

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

D. $n=3$ 能级的氢原子电离至少需要吸收 13.6eV 的能量



4. 关于天然放射现象, 下列说法正确的是

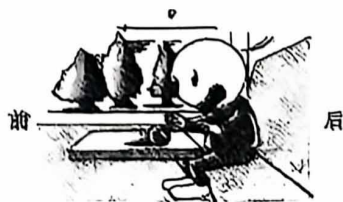
- A. 天然放射现象表明原子核内部是有结构的 B. β 射线是原子核外电子形成的电子流
- C. 升高温度可以减小放射性元素的半衰期 D. β 射线比 α 射线的穿透能力弱

5. 太阳能源于其内部的聚变反应, 太阳质量也随之不断减少。设每次聚变反应可看作 4 个氢核结合成 1 个氦核, 太阳每秒钟辐射的能量约为 $4.0 \times 10^{26}\text{J}$ 。下列说法正确的是

- A. 该聚变反应在常温下也容易发生
- B. 该聚变的核反应方程是 $4 {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2 {}^0_{-1}\text{e}$
- C. 太阳每秒钟减少的质量约 $4.4 \times 10^9\text{kg}$
- D. 目前核电站采用的核燃料主要是氦核

6. 应用物理知识分析生活中的常见现象, 可以使物理学习更加有趣和深入。如图所示, 某同学坐在列车的车厢内, 列车正在前进中, 桌面上有一个小球相对桌面静止。如果他发现小球突然运动, 可以根据小球的运动, 分析判断列车的运动。下列判断正确的是

- A. 小球相对桌面向后运动, 可知列车在匀速前进
- B. 小球相对桌面向后运动, 可知列车在减速前进
- C. 小球相对桌面向前运动, 可知列车在加速前进
- D. 小球相对桌面向前运动, 可知列车在减速前进

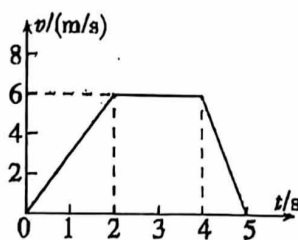


7. 下列说法中正确的是

- A. 加速度增大, 速度一定增大 B. 速度为零, 加速度也一定为零
- C. 速度变化越大, 加速度越大 D. 速度变化越快, 加速度越大

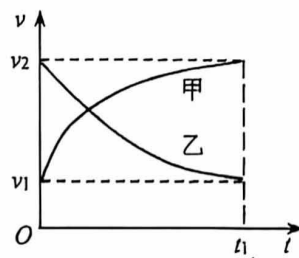
8. 某质点沿直线运动的 $v-t$ 图像如图所示,由图像可知

- A. 前 2 秒物体做匀速直线运动
- B. 第 5 秒时物体的加速度为 -6 m/s^2
- C. 前 5 秒物体的位移为 30 m
- D. 5 秒末物体返回出发点



9. 甲乙两汽车在一平直公路上同向行驶。在 $t=0$ 到 $t=t_1$ 的时间内, 它们的 $v-t$ 图像如图所示。在这段时间内

- A. 汽车甲的平均速度比乙大
- B. 汽车乙的平均速度等于 $\frac{v_1 + v_2}{2}$
- C. 甲乙两汽车的位移相同
- D. 汽车甲的加速度大小逐渐减小, 汽车乙的加速度大小逐渐增大



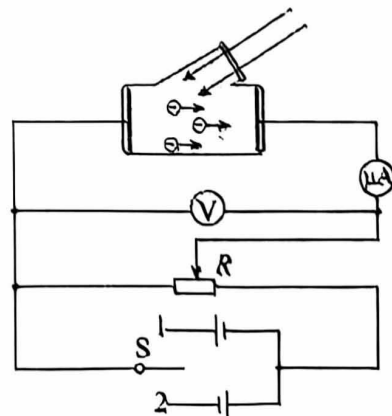
10. 一静止的铀核放出一个 α 粒子衰变成钍核, 衰变方程为 ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$, 生成的 ${}_{90}^{234}\text{Th}$ 经过一系列 α 衰变和 β 衰变后变成 ${}_{82}^{206}\text{Pb}$, 以下说法正确的是

- A. 铀核衰变生成的钍核的动能小于生成的 α 粒子的动能
- B. β 衰变过程中释放的电子来自核外电子
- C. ${}_{90}^{234}\text{Th}$ 需经过 7 次 α 衰变、8 次 β 衰变转化为 ${}_{82}^{206}\text{Pb}$
- D. 钍核 (${}_{90}^{234}\text{Th}$) 的半衰期是 24 天, 20 个钍核经过 48 天后, 还剩 5 个钍核

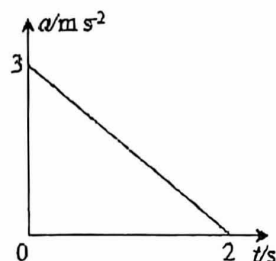


11. 利用如图所示的装置研究光电效应, 闭合单刀双掷开关 S_1 , 用频率为 ν_1 的光照射光电管, 调节滑动变阻器, 使电流表的示数刚好为 0, 此时电压表的示数为 U_1 , 已知电子电荷量为 e , 普朗克常量为 h , 下列说法正确的是

- A. 其他条件不变, 增大光强, 电压表示数增大
- B. 改用比 ν_1 更大频率的光照射, 调整电流表的示数为零, 此时电压表示数仍为 U_1
- C. 其他条件不变, 使开关接 S_2 , 电流表示数仍为零
- D. 光电管阴极材料的截止频率 $\nu_c = \nu_1 - \frac{eU_1}{h}$



12. 在高中物理中，我们会遇到许多不同的物理概念和分析方法，这些概念和方法对我们认识自然规律会有很大帮助，因此要重视对概念和方法的准确理解和正确应用。自然界中某个物理量 D 的变化可以记为 ΔD ，发生这个变化所用的时间间隔可以记为 Δt ；变化量 ΔD 与 Δt 之比就是这个量对时间的变化率，简称变化率。在运动学中也可以引入“加速度的变化率”来表示加速度对时间变化的快慢。右图表示某一物体做直线运动时的 $a-t$ 图像。下列表述中正确的是



- A. “加速度的变化率”的单位应该是 m/s^2
- B. “加速度的变化率”为 0 的运动一定是匀速直线运动
- C. 由 $a-t$ 图像可知，在前 2s 内该物体一定做匀减速直线运动
- D. 由 $a-t$ 图像可知，在前 2s 内该物体的速度变化量为 $3m/s$

二、多项选择题（本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。每小题全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。）

13. 如图所示，甲同学用手拿着一把长 50cm 的直尺，并使其处于竖直状态；乙同学把手放在直尺 0 刻度线位置做抓尺的准备。某时刻甲同学松开直尺，直尺保持竖直状态下落，乙同学看到后立即用手抓直尺，手抓住直尺位置的刻度值为 20cm；重复以上实验，乙同学第二次手抓住直尺位置的刻度值为 10cm。直尺下落过程中始终保持竖直状态。若从乙同学看到甲同学松开直尺，到他抓住直尺所用时间叫“反应时间”，取重力加速度 $g=10m/s^2$ 。则下列说法中正确的是



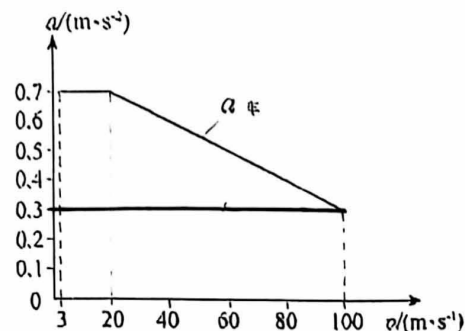
- A. 乙同学第一次的“反应时间”比第二次长
- B. 乙同学第一次抓住直尺之前的瞬间，直尺的速度约为 $4m/s$
- C. 若某同学的“反应时间”大于 $0.4s$ ，则用该直尺将无法用上述方法测量他的“反应时间”
- D. 若将尺子上原来的长度值改为对应的“反应时间”值，则可用上述方法直接测出“反应时间”

14. 在距离地面 15 m 高的位置以 $10 m/s$ 的初速度竖直向上抛出一小球，小球上升到某一高度后回落，最后落至地面。规定竖直向上为正方向，忽略空气阻力，取重力加速度 $g=10m/s^2$ 从小球被抛出到落至地面，下列说法中正确的是



- A. 若以抛出点为坐标原点，则小球在最高点的坐标为 5m
- B. 从抛出点到落地点，小球的运动时间为 3s
- C. 从抛出点到落地点，小球的平均速度为 $5m/s$
- D. 从抛出点到落地点，小球的速度变化量为 $-30m/s$

15. 高铁列车做直线运动进站，总能准确地停靠在对应车门的位置，这是利用计算机控制制动装置，实现列车安全准确地进站停车。如图所示为某列车在进站停车过程中加速度大小 a 随速度 v 的变化曲线。则该列车



- A. 速度从 $17 m/s$ 降至 $3 m/s$ 经过的时间为 20 s
- B. 速度从 $20 m/s$ 降至 $3 m/s$ 行进的距离为 11.9 m
- C. 速度从 $100 m/s$ 降至 $20 m/s$ 过程中受到的合力变大
- D. 进站过程，先做匀减速运动，后做加速度越来越小的减速运动

16. 产生阿秒光脉冲的研究工作获得 2023 年的诺贝尔物理学奖，阿秒 (as) 是时间单位， $1\text{as}=1\times 10^{-18}\text{s}$ ，阿秒光脉冲是发光持续时间在阿秒量级的极短闪光，提供了阿秒量级的超快“光快门”，使探测原子内电子的动态过程成为可能。设有一个持续时间为 100as 的阿秒光脉冲，持续时间内至少包含一个完整的光波周期。取真空中光速 $c=3.0\times 10^8\text{m/s}$ ，普朗克常量 $h=6.6\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ ，下列说法正确的是

- A. 对于 0.1mm 宽的单缝，此阿秒光脉冲比波长为 550nm 的可见光的衍射现象更明显
- B. 此阿秒光脉冲和波长为 550nm 的可见光束总能量相等时，阿秒光脉冲的光子数更少
- C. 此阿秒光脉冲可以使能量为 -13.6eV ($-2.2\times 10^{-18}\text{J}$) 的基态氢原子电离
- D. 为了探测原子内电子的动态过程，阿秒光脉冲的持续时间应大于电子的运动周期

三、实验题 (本题共 2 小题，共 14 分。)

17. (8 分) 某同学用图 1 所示的实验装置研究小车沿斜面向下运动的规律。安装好器材后，接通电源，释放小车，打出一条纸带。舍去开始密集的点迹，从便于测量的点开始，每隔四个点取一个计数点，如图 2 中 0、1、2……7 点所示。

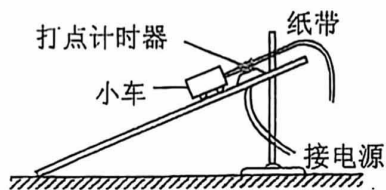


图 1

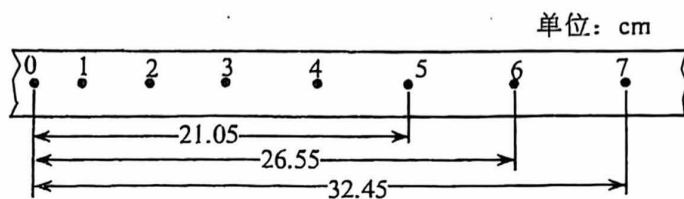


图 2

(1) 实验中，除打点计时器、小车、长木板、铁架台、导线及开关外，在下面的器材中，还必须使用的有_____。

- A. 电压合适的 50Hz 交流电源
- B. 电压可调的直流电源
- C. 刻度尺
- D. 秒表
- E. 天平

(2) 某同学计算出打下 1、2、3、4、5 这五个计数点时小车的速度，并在图 3 上画出坐标点。请帮助他计算打下计数点 6 时小车的速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}\text{m/s}$ ，并在图 3 中标出计数点 6 对应的坐标点，作出 $v-t$ 图线。

(3) 根据图 3，测得小车的加速度 $a = \underline{9.47}\text{m/s}^2$ (结果保留 2 位有效数字)。

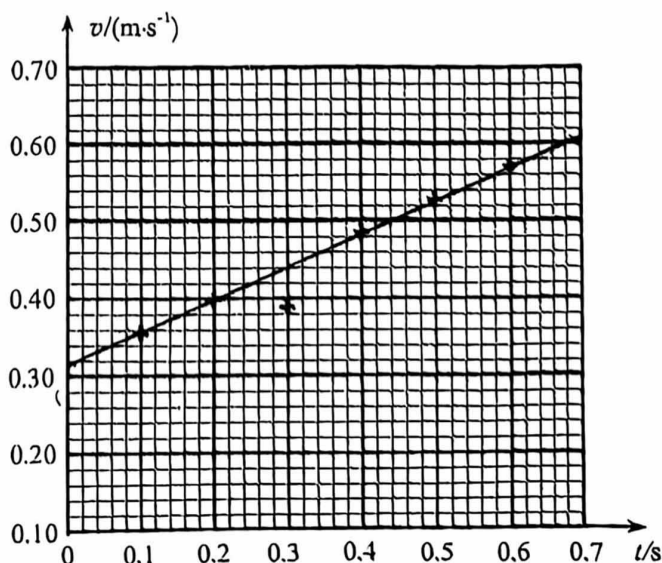


图 3



18. (6分)某同学利用如图所示的小球落体运动的频闪照片(局部)测量当地的重力加速度 g 的值,采集到小球下落距离 h 与时间 t 的部分数据如下:

(1)

$t(\text{s})$	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36	0.40
$h(\text{m})$	0.014	0.046	0.09	0.15	0.23	0.32	0.43	0.55	0.69	0.85

若取 $t=0\text{s}$ 时小球初速度为 0.00 m/s , 则以_____为横轴、 h 为纵轴来绘图以产生一条直线, 该直线的斜率就是 g 的值。

(2) 实际上很难做到在频闪时刻释放小球, 所以小球的初速度不一定为 0.00 m/s 。以

竖直向下为正方向, 将表中的数据拟合出下落距离 h 随时间 t 变化的方程为

$$h = At^2 + Bt + C, \text{ 其中 } A = 4.91\text{ms}^{-2}, B = 0.15\text{ms}^{-1}, C = 0.00\text{m}.$$

使用上述方程, 计算得: g 的值为_____ m/s^2 ; 小球下落 $t=0.5\text{s}$ 时(未触地), 瞬时速度的大小为_____ m/s 。

四、论述与计算题(本题共4小题, 共34分。提示: 要有必要的文字说明。)

19. (6分) 某激光器能发射波长为 λ 的激光, 发射功率为 p , c 表示光速, h 表示普朗克常量, 则激光器每秒发射的光子数为多少?

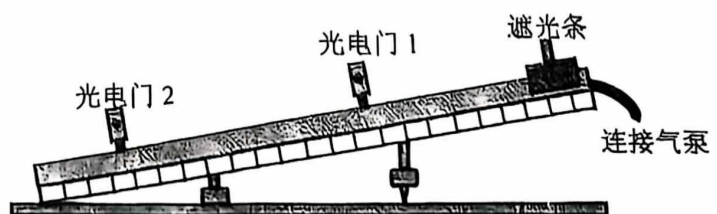


20. (8分) 气垫导轨上有很多小孔, 气泵送来的压缩空气从小孔喷出, 使得滑块与导轨之间有一层薄薄的空气, 两者不会直接接触。这样, 滑块运动时受到的阻力很小, 可忽略不计。

为测定气垫导轨上滑块的加速度, 滑块上安装了宽度为 3.0cm 的遮光条, 如图所示。滑块在倾斜的气垫导轨顶端由静止释放, 先后通过两个光电门, 配套的数字计时器记录了遮光条通过第一个光电门的时间 $\Delta t_1 = 0.015\text{s}$, 通过第二个光电门的时间 $\Delta t_2 = 0.010\text{s}$, 遮光条从开始遮住第一个光电门到开始遮住第二个光电门的时间 $\Delta t = 0.200\text{s}$ 。

(1) 求滑块的加速度大小;

(2) 若使滑块以 3.2m/s 的初速度由气垫导轨的底端出发向上运动, 请通过计算分析说明滑块是否能到达 1.5m 长的气垫导轨的顶端。

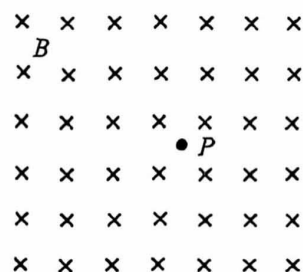


21. (10分) 如图所示, 在垂直纸面向里的磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中, 一个静止于 P 点的放射性元素氡的原子核 ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ 发生了一次 α 衰变, 变为钋 (Po)。放射出的 α 粒子 (${}_{2}^4\text{He}$) 和生成的新核钋 (Po) 均在与磁场方向垂直的平面内做圆周运动。已知 α 粒子的质量为 m , 电荷量为 q 。

(1) 写出 ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ 发生 α 衰变的核反应方程, 并定性画出新核钋 (Po) 和 α 粒子的运动轨迹。

(2) 新核钋 (Po) 和 α 粒子的圆周运动均可等效成一个环形电流, 求 α 粒子做圆周运动的周期 T 和环形电流大小 I 。

(3) 磁矩是描述环形电流特征的物理量, 把粒子做圆周运动形成的环形电流与圆环面积的乘积叫做粒子的回旋磁矩, 用符号 μ 表示。设 α 粒子做圆周运动的速率为 v , 试推导 α 粒子回旋磁矩 μ_{α} 的表达式, 并据此比较 α 粒子和新核钋 (Po) 做圆周运动回旋磁矩的大小关系。



22. (10分) 在量子力学诞生以前, 玻尔提出了原子结构假说, 建构了原子模型: 电子在库仑引力作用下绕原子核做匀速圆周运动时, 原子只能处于一系列不连续的能量状态中(定态), 原子在各定态所具有的能量值叫做能级, 不同能级对应于电子的不同运行轨道。

电荷量为 $+Q$ 的点电荷 A 固定在真空中, 将一电荷量为 $-q$ 的点电荷从无穷远移动到距 A 为 r 的过程中, 库仑力做功 $W=k\frac{Qq}{r}$ 。

已知电子质量为 m 、元电荷为 e 、静电力常量为 k 、普朗克常量为 h , 规定无穷远处电势能为零。

(1) 若已知电子运行在半径为 r_1 的轨道上, 请根据玻尔原子模型, 求电子的动能 E_{k1} 及氢原子系统的能级 E_1 。

(2) 为了计算玻尔原子模型的这些轨道半径, 需要引入额外的假设, 即量子化条件。

物理学家索末菲提出了“索末菲量子化条件”, 它可以表述为: 电子绕原子核(可看作静止)做圆周运动的轨道周长为电子物质波波长(电子物质波波长 λ 与其动

量 p 的关系为 $\lambda = \frac{h}{p}$)的整数倍, 倍数 n 即轨道量子数。

①请结合索末菲量子化条件, 求氢原子轨道量子数为 n 的轨道半径 r_n 及其所对应的能级 E_n 。

②玻尔的原子模型除了可以解释氢原子的光谱, 还可以解释核外只有一个电子的一价氦离子(He^+)的光谱。已知氢原子基态的能级为 -13.6eV , 请计算为使处于基态的 He^+ 跃迁到激发态, 入射光子所需的最小能量。

