

## 문과도 물리할 수 있어! 2편. by 엘컴이

### 1. 서론

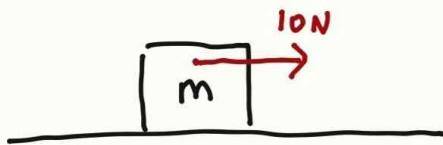
글을 쓰기에 앞서, 이번 콘텐츠는 물리를 접해보지 못한 문과분들, 혹은 생지선 택자분들을 위한 글이니 배움의 깊이가 물리 선택자들보단 깊진 않습니다. 이 점은 많은 분들께 양해 부탁드립니다. 또한, 이해를 돕기 위해 약간의 왜곡이 들어가 있을 수 있습니다.

### 2. 힘이란?

우선, 오늘의 메인 주제인 힘에 대해 알아보고 가봅시다. 저희는 앞선 편에서 알짜힘에 대한 이야기를 몇 번 한 적이 있습니다. 여기서 알짜힘이 뭐라고 했죠? 네, 맞습니다. 대상이 받는 모든 힘을 합한게 알짜힘이라고 했죠? 그럼 여기서 힘은 무엇일까요?

힘은 물체의 모양 및 운동상태를 변화시키는 요인입니다. 만약 정지해있는 지우개를 여러분이 손으로 밀어 오른쪽으로 이동시킨다고 해봅시다. 이때 지우개는 오른쪽으로 힘을 받았다. 라고 표현을 할 수 있습니다. 자, 그럼 여기서 힘은 벡터량 일까요, 스칼라량일까요? 네! 힘은 모든 방향으로 나타낼 수 있으니 당연히 벡터량입니다. 따라서 방향에도 신경을 써주셔야 하며 단위는 N으로 표시하고 뉴턴이라 읽습니다.(힘을 표기하는 단위는 여러 가지가 있지만, 우리는 뉴턴만 사용하겠습니다.) 우리는 힘을 표시할 때, 알아보기 편하게 화살표로 표시합니다. 이 과정에서 가장 중요한 세 가지인 힘의 3요소를 여러분이 기억하고 가져야 합니다.

힘의 3요소는 힘의 작용점, 힘의 방향, 힘의 크기가 있으며, 각각 힘을 받은 지점, 화살표의 방향, 화살표의 크기로 나타낼 수 있습니다.

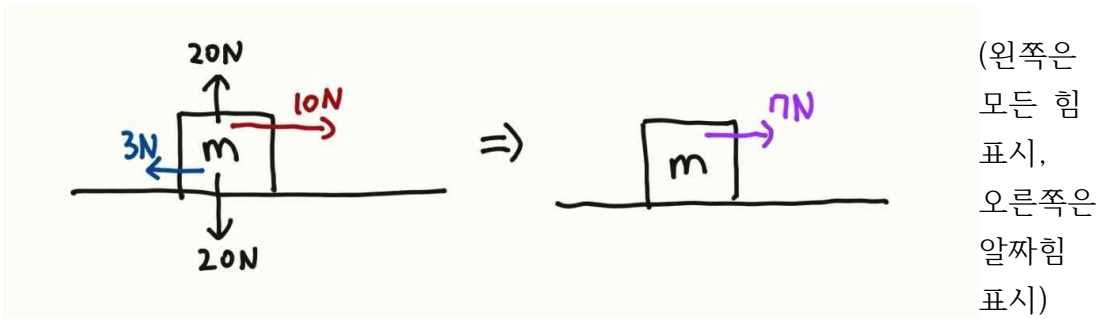


오른쪽 사진은 질량이  $m$ 인 지우개를 오른쪽으로  $10\text{N}$ 만큼의 힘으로 밀었을 때의 상황을 표시한 것입니다. 지우개에 힘이 작용하였으니 지우개에 힘의 작용점을, 오른쪽으로 밀었으니 화살표의 방향은 오른쪽으로, 그리고 힘의 크기는 직접 표기한 모습입니다.

여기서, 전편들을 열심히 보신 분들이라면 어? 이거 이상하네? 싶은 부분이 있을겁니다. 네! 맞습니다. 저번에 배웠던 힘인 중력과 수직항력을 표시를 안했죠? 중력과 수직항력을 표시를 안한 이유는 만약 물체가 땅에 붙어있음이 확인이 될

때는 당연히 두 힘이 평형을 이루어 서로 상쇄되기 때문입니다. 물리를 처음 시작하시는 분들도 헷갈려하시는 힘이 바로 수직항력입니다. 만약에 지우개에 20N만큼의 중력이 작용하였는데, 우리가 위로 5N만큼 잡아당겼고 지우개는 여전히 땅에 붙어있다고 가정해봅시다. 그럼 이때 수직항력은 얼마인가요? 저번에 중력과 같은 힘이라 했으니 20N일까요? 그러면 알짜힘은 위로 5N이 돼서 공중으로 뜨게 됩니다. 아니면 수직항력이 없는걸까요? 이때는 알짜힘이 아랫방향으로 작용하여 책상을 뚫고 들어가겠죠. 이때, 수직항력은 바로 15N이 되어 힘의 상쇄를 일으킵니다. 수직항력은 중력과 같은 힘이야! 가 아니라, 땅에 붙어 있게 만드는 가상의 힘이라 보시면 좋을 것 같습니다.(실제로는 이 설명이 정확히 옳은 설명이 아닙니다. 편의를 위해 이렇게 이해해주시면 좋을 것 같습니다.) 따라서, 수직항력은 대상이 바닥에 붙어있는 조건을 만족시키기 위해 필요한 가상의 힘이라 보시면 좋을 것 같습니다. 어쨌든, 물체를 아래로 잡아당기는 힘인 중력과 위로 밀어내는 힘인 수직항력은 항상 상쇄가 되니, 물체가 공중에 떠있지 않는 한, 수능 물리학 I에서는 굳이 표시를 하지 않습니다.

만약 현실이라면, 지우개는 왼쪽으로 마찰력이란 힘을 받을 것입니다. 그럼 이때, 지우개가 받는 힘들(중력, 수직항력, 마찰력, 오른쪽으로 가한 힘)과 알짜힘을 표시해보시길 바랍니다. 마찰력은 3N으로 가정하며, 답은 바로 밑에 적어놓을테니 잠깐 스크롤을 멈추고 해보시길 바랍니다.



### 3. 뉴턴 운동 법칙

물리하면 가장 떠오르는 사람은 누구인가요? 아마 대부분이 뉴턴과 아인슈타인을 고르셨을 겁니다. 이 두 사람은 우리가 그동안 믿어왔던 물리 상식들을 완전히 뒤집은 분들이라는 공통점이 있습니다. 오늘은 그 중에 뉴턴의 운동법칙에 대해 배워보고자 합니다.

#### (1) 뉴턴 운동 제 1법칙

뉴턴 운동 제 1법칙은 관성의 법칙이라고도 불립니다. “힘이 가해져 물체의 상태

가 변하지 않는 한, 모든 물체는 정지해 있거나 등속직선운동을 하는 상태를 유지한다”는 법칙이죠. 우리는 위에서 힘은 물체의 운동을 변화시킨다고 배웠습니다. 만약 이 힘이 없다면, 물체의 운동 역시 변하지 않겠죠. 즉, 외력이 없다면 그냥 하던대로 운동한다는 이야기입니다. 정지해있는 물체는 그대로 정지, 등속직선운동을 하는 물체는 한없이 속도를 유지하며 운동 한다는겁니다!

여러분이 버스가 급출발하거나 급정지할 때 몸이 쏠린 경험을 해보신 적이 있을 겁니다. 이 경험을 바로 관성의 법칙으로 설명할 수 있습니다. 앞으로 버스가 급정거하여 몸이 앞으로 쏠린다면 “음, 관성의 법칙에 의해 버스는 정지하였지만 내 몸이 계속 앞으로 나아가고자 하였군.”이라고 친구분들에게 이야기하시면 정말 존경스러워하는 눈빛을 보실 수 있습니다. ㅎㅎ

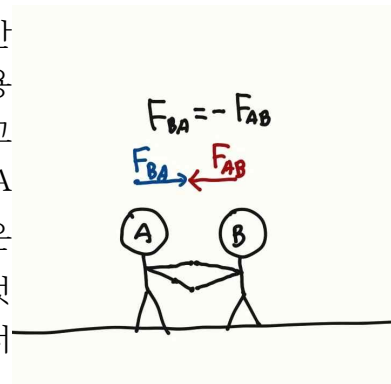
## (2) 뉴턴 운동 제 2법칙

뉴턴 운동 제 2법칙인 가속도의 법칙은 여러분들이 많이 들어보셨을 법칙입니다. 못 들어보셨다고요? 그럼 운동 방정식인  $F=ma$ 는요? 이 운동 방정식이 뉴턴 운동 제 2법칙에서 쓰이는 방정식입니다. 운동의 변화는 가해진 힘에 비례하며, 가해진 힘의 직선 방향으로 이루어진다는 법칙이죠. 만약 여러분이 두 개의 동일한 지우개를 각각 50N, 10N의 힘으로 오른쪽으로 민다면 가속도는 5배 차이나겠죠! 만약 지우개가 오른쪽으로 이동중이었다고 하면 지우개는 어떻게 될까요? 오른쪽으로 더욱 빨리 운동할겁니다. 힘을 반대로 주면요? 냅! 맞습니다. 점점 속력은 감소하다가 0이 된 이후, 왼쪽으로 운동을 시작할겁니다.

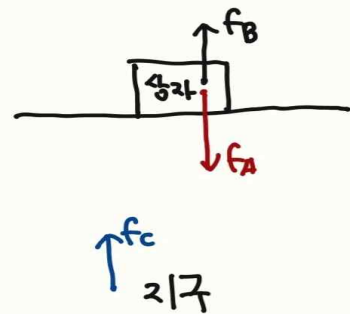
여러분이 오른손으로 스스로 몸을 민다면 여러분은 왼쪽으로 운동할까요? 전혀 그러지 않습니다. 내부의 힘으로는 계를 가속시킬 수 없다는 원리 때문입니다. 여러분의 오른손과 몸은 하나의 계를 이루고 있죠. 따라서 오른손이 몸에 가한 힘은 내부에서 작용한 힘이기 때문에 여러분을 움직일 수 없습니다. 궁금하신 분들은 제자리에서 점프하며 오른손으로 허리를 밀어보세요. 아마 그 자리에 그대로 착지 하실겁니다.

## (3) 뉴턴 운동 제 3법칙

제 3법칙은 여러분이 들어보셨을법한 법칙인 작용 반 작용 법칙입니다. 두 물체사이에 힘은 단독으로 작용하는 것이 아닌, 쌍으로 작용한다는 뜻이죠. 오른쪽 그림을 보시면 A가 B를 끌어당기는 힘( $F_{AB}$ )만큼 B도 A를 끌어당기는 힘( $F_{BA}$ )를 준다는 것이죠.(이과분들은 저 그림에서 사람이 전자라고 생각하신다면 좋을 것 같습니다.) 작용 반작용에서는 크기가 같은 두 힘이 서



로 반대방향으로 동시에 작용합니다. 그럼 지면 위에 상자가 하나 있다고 가정해볼게요. 중력과 수직항력은 작용 반작용 관계일까요? 자, 작용 반작용은 한 물체에서 일어나나요, 두 물체 사이에서 일어나나요? 넵. 두 물체 사이에서 일어납니다. 지구가 상자를 아래로 끌어당기는 힘인 중력( $f_A$ )과 지면이 상자를 밀어내는 수직항력( $f_B$ )은 상자라는 한 물체에 작용하는 힘이기에 작용 반작용 관계가 아닙니다. 이 관계는 힘의 평형 관계라고 부르며 한 물체에 서로 크기가 같고 방향이 반대인 힘이 합쳐져 합력이 0이 되는 관계를 말합니다.



위 상황에서는 지구가 상자를 끌어당기는 힘( $f_A$ )과 상자가 지구를 끌어당기는 힘( $f_c$ )이 작용 반작용 관계에 있는 힘이라고 할 수 있겠습니다. 두 물체 사이에서 작용하는 크기가 같고 방향이 반대인 두 힘이니깐요! 밑에 있는 표는 작용 반작용 관계와 힘의 평형 관계를 정리한 표입니다.

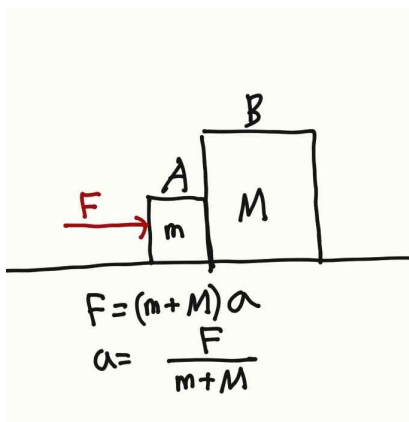
관계	작용 반작용	힘의 평형
공통점	크기가 같고 방향이 반대인 힘이 작용한다.	
차이점	두 물체 사이에 작용한다.	한 물체에 작용한다.
	합력 정의 불가	합력=0
	지구가 상자를, 상자가 지구를	지구가 상자를, 땅이 상자를

#### 4. 계와 역학

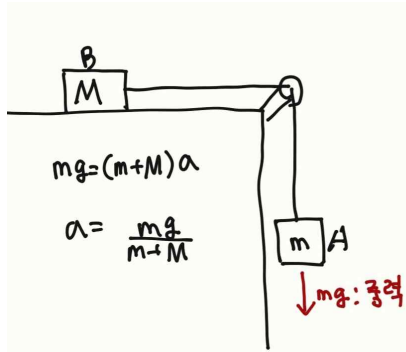
이제 조금 어려운 내용을 배워보도록 하겠습니다. 어렵다기보단 아 이제 진짜 물리를 공부하는구나! 라는 느낌을 받으실겁니다.

우선, 계는 저희가 배우는 수능 물리학에서는 그냥 서로 연결되거나 접촉된 물체들이라고 보시면 좋을 것 같습니다.

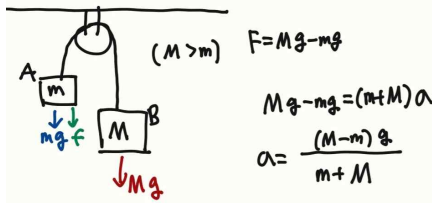
아래 그림처럼 A와 B가 하나의 계로 묶여있고 A에게 F만큼의 힘을 가했다고



해봅시다. 하나의 계로 묶여있는 물체들은 하나의 물체라고 생각하시면 되겠습니다. 즉, 질량이  $(m+M)$ 인 물체가 있는 것입니다. 힘을 가하면 어떻게 된다고? 운동을 한다! 가속도가 생긴다! 따라서  $F=ma$ 에 각각 질량과 힘을 대입하면  $F=(m+M)a$ 가 나오게 됩니다. 따라서 A와 B는 가속도가  $\frac{F}{m+M}$ 인 운동을 하게 되는 것이지요. 참고로, 수능 물리학 I에서는 마찰력에 대하여 배우지 않습니다.

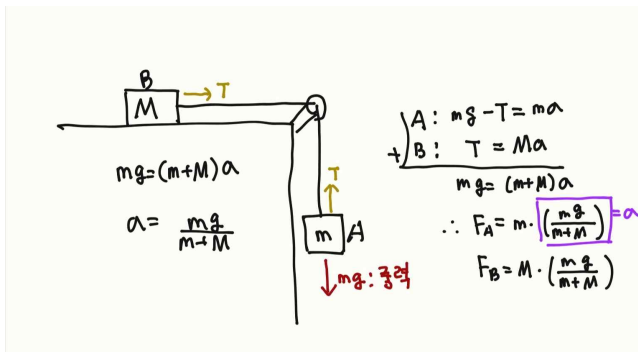


이 상황도 살펴봅시다. 이 물리계에 작용하는 힘은 A에 작용하는 힘인 중력(=mg)뿐입니다. 여기서 g란 중력가속도를 의미하며, 물체가 자유낙하할 때, 질량과 관계없이 중력에 의해 생기는 가속도입니다.(중력이란 힘이 작용하였으니 가속도가 생기겠죠?) 따라서 이도  $F=ma$ 에 대입하면  $mg=(m+M)a$ 가 나오게 됩니다. 따라서 A와 B는 가속도가  $\frac{mg}{m+M}$ 인



운동을 하게 됩니다. 오른쪽 그림에서는 외력이 A에 작용하는 중력과 B에 작용하는 중력이 있네요. 질량은 B가 더 크므로, 작용하는 힘도 B가 더 크게 됩니다.( $F=ma$ 에 따라) 그러면 B가 떨어지는 운동을 하게 되네요.

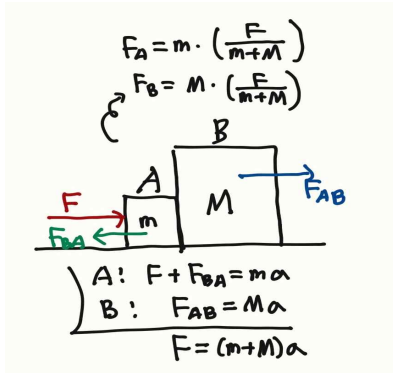
계의 이동방향에 따라 힘의 부호를 결정하면 알짜힘은  $Mg - mg$ 가 됩니다. 이를 다시  $F=ma$ 에 대입하면  $Mg - mg = (m+M)a$ 가 나오고, A와 B는 가속도가  $\frac{(M-m)g}{m+M}$ 인 운동을 하게 되는 것입니다. 여기서 한 단계만 더 나아가봅시다.



A부터 찬찬히 보겠습니다. A에 작용하는 힘은 중력과 실이 A를 잡아당기는 힘인 장력(T라고 표시)이 있습니다. 실은 양 끝에 매달린 물체를 같은 크기의 힘으로 끌어당기며, 수능 물리학 I에서는 실의 질량은 무시합니다. 따라서 운동 방정

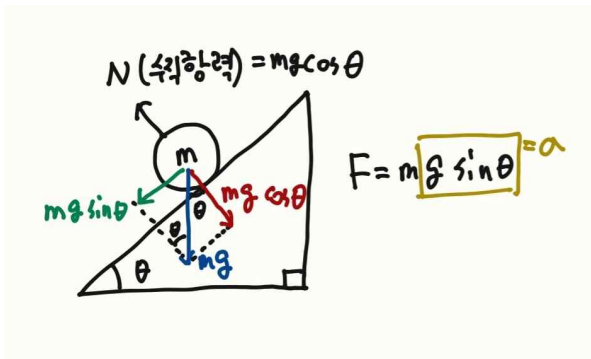
식에 실의 질량을 고려할 필요는 없습니다. A에 작용하는 알짜힘은  $mg - T$ 가 되며 B에 작용하는 알짜힘은 장력이 됩니다. 각각 운동 방정식을 세운 후 연립하면 우리가 이미 하나의 계로 구한  $mg=(m+M)a$ 가 나오게 됩니다! 여기서, A에 작용하는 알짜힘( $F_A$ )을 구하고 싶다면,  $F=ma$ 에 각각 질량과 가속도를 대입하면 됩니다. 따라서  $F_A = m \frac{mg}{(m+M)} (=mg - T)$ 가 됩니다. B도 마찬가지로 구하실 수 있습니다. 첫 번째 상황도 직접 각각 구해보시길 바랍니다. 답은 다음 페이지에 있습니다.

답.



## 5. 빗면에서의 상황

사실 최종적으로도 빼려고 하였던 주제이나 그래도 한번은 봐야 어디가서 물리공부했다고 말할 수 있기에 글이 길어지지만 아주 짧게 이야기해보겠습니다. ㅎㅎ



오른쪽 그림은 빗면에서의 상황입니다만, 다른거 다 필요없고 오른쪽 수식만 보시길 바랍니다. 질량이  $m$ 인 물체가 빗면에서 굴러갈 경우 빗면 아래 방향으로  $mg \sin \theta$ 만큼의 힘을 받게 됩니다. 여기서 중요한 것은 가속도가  $g \sin \theta$ 라는 것인데요. 여기서  $g$ 는 중력가속도라

는 상수이니, 경사각에 의해서 가속도가 결정됩니다. 따라서 어떤 물체든 동일한 경사각 위에 있다면(같은 경사면 위에 있다면) 가속도는 같다는 것을 의미합니다. 그럼 두 물체의 알짜힘 비는 가속도가 동일하니  $F = ma$ 에 의해 질량비랑 동일하겠네요! 두배 무거운 물체가 있다면 알짜힘도 두배 더 커지겠죠. 그림에 나와있는 작도는 수학 I에서도 했던 간단한 작도이니 시도해보시는 것도 좋을 것 같습니다.

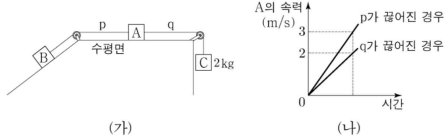
## 6. 뉴턴의 운동법칙은 왜 중요한가.

이 이야기는 수능 물리학과는 관련이 없지만, 그렇기에 여기서 이야기해보고자 합니다. 뉴턴이 이 운동법칙을 발표하기 전에는 지상에서의 자연법칙과 천상에서의 자연법칙이 완전히 다르다고 사람들은 굳게 믿고 있었습니다. 하지만, 뉴턴의 머리 위로 사과가 똑 떨어지는 순간 뉴턴은 모든 물체는 서로를 잡아당긴다는 사실을 깨닫게 됩니다. 하지만, 여기서 한가지 문제가 생기죠. 왜 달은 지구로 안 떨어질까요? 답은 '달도 지구를 향해 떨어진다'입니다. 근데 왜 땅으로 안달죠? 지구는 둥글기 때문에 달이 떨어지는 만큼 땅도 꺼지게 되면서 땅에 닿지 않을 만큼



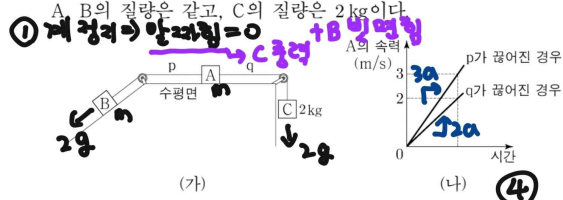
### 3번 문제.

15. 그림 (가)는 수평면 위에 있는 물체 A가 물체 B, C에 실 p, q로 연결되어 정지해 있는 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 p, q 중 하나가 끊어진 경우, 시간에 따른 A의 속력을 나타낸 것이다. A, B의 질량은 같고, C의 질량은 2kg이다.



- A의 질량은? (단, 실의 질량, 마찰과 공기 저항은 무시한다.)  
 ① 3kg    ② 4kg    ③ 5kg    ④ 6kg    ⑤ 7kg

15. 그림 (가)는 수평면 위에 있는 물체 A가 물체 B, C에 실 p, q로 연결되어 정지해 있는 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 p, q 중 하나가 끊어진 경우, 시간에 따른 A의 속력을 나타낸 것이다.



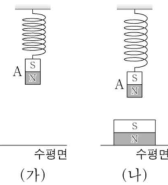
A의 질량은? (단, 실의 질량, 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

- ① 3kg    ② 4kg    ③ 5kg    ④ 6kg    ⑤ 7kg  
 ②  $a_p = \frac{1}{2} a_q$  (p 끊)     $\frac{2a}{2+m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2a}{2m}$   
 $6+3m=4m$      $m=6$

세 개의 물체가 연결된 상황에 대한 문제입니다.

### 4번-6번 문제.(8번>18번>14번)

8. 그림 (가)는 용수철에 자석 A가 매달려 정지해 있는 모습을, (나)는 (가)에서 A 아래에 다른 자석을 놓아 용수철이 (가)에서보다 늘어나 정지해 있는 모습을 나타낸 것이다.



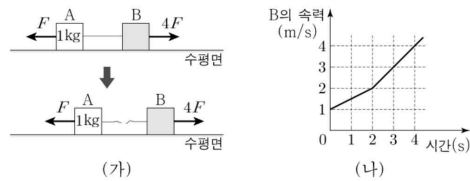
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 용수철의 질량은 무시한다.) [3점]

<보기>

- ㄱ. (가)에서 용수철이 A를 당기는 힘과 A에 작용하는 중력은 작용 반작용 관계이다.  
 ㄴ. (나)에서 A에 작용하는 알짜힘은 0이다.  
 ㄷ. A가 용수철을 당기는 힘의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18. 그림 (가)와 같이 물체 A, B에 크기가 각각 F, 4F인 힘이 수평 방향으로 작용한다. 실로 연결된 A, B는 함께 등가속도 직선 운동을 하다가 실이 끊어진 후 각각 등가속도 직선 운동을 한다. 그림 (나)는 B의 속력을 시간에 따라 나타낸 것이다. A의 질량은 1kg이다.



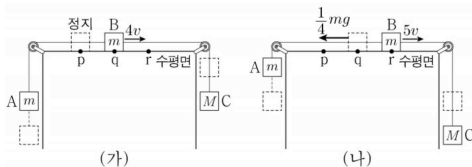
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 실의 질량과 모든 마찰은 무시한다.)

<보기>

- ㄱ. B의 질량은 3kg이다.  
 ㄴ. 3초일 때, A의 속력은 1.5m/s이다.  
 ㄷ. A와 B 사이의 거리는 4초일 때가 3초일 때보다 2.5m만큼 크다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 그림 (가)는 물체 A, B, C를 실로 연결하여 수평면의 점 p에서 B를 가만히 놓아 물체가 등가속도 운동하는 모습을, (나)는 (가)의 B가 점 q를 지날 때부터 점 r를 지날 때까지 운동 방향과 반대 방향으로 크기가  $\frac{1}{4}mg$ 인 힘을 받아 물체가 등가속도 운동하는 모습을 나타낸 것이다. p와 q 사이, q와 r 사이의 거리는 같고, B가 q, r를 지날 때 속력은 각각 4v, 5v이다. A, B, C의 질량은 각각 m, m, M이다.



M은? (단, 중력 가속도는 g이고, 물체의 크기, 실의 질량, 모든 마찰은 무시한다.)

- ①  $\frac{4}{3}m$     ②  $\frac{7}{5}m$     ③  $\frac{11}{7}m$     ④  $\frac{15}{8}m$     ⑤  $\frac{5}{2}m$

### 난이도 순 배치



