

## Theme2. 뉴턴 운동 법칙

### Chapter6. 뉴턴 운동 제2법칙

#### 6.1 계의 운동 분석 **핵심: 부분과 전체**

## STEP 1. 계의 운동 분석하기 (멀리서 **전체!** 그리고 가깝게 **부분!**)

① 계의 가속도 구하기

$$\text{계의 가속도} = \frac{\text{전체 힘}}{\text{전체 질량}}$$

② 알짜힘 구하기

$$\text{알짜힘} = \text{가속도} \times \text{한 물체의 질량}$$

## STEP 2. 서로에게 작용하는 힘 구하기 (★상자★를 씌워서 고립시켜라!)

전제: 받는 힘을 구하고자 하는 물체는 상자 밖에 있는 세상을 볼 수 없다.  
자기 자신과 닿아있는 가까운 범위만 볼 수 있다.

① 받는 힘을 구하고자 하는 물체를 둘러싼 네모 박스를 그린다.

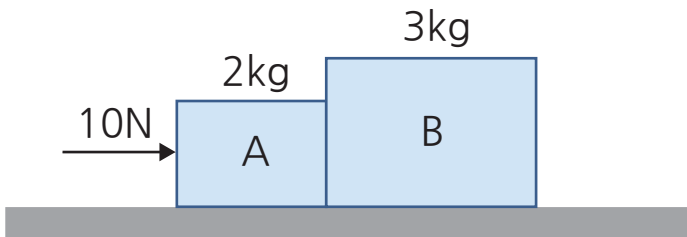
② 물체에게 작용하는 모든 힘의 합력이 step1에서 구한 알짜힘과 같아지도록 계산한다.

## Theme2. 뉴턴 운동 법칙

### Chapter6. 뉴턴 운동 제2법칙

#### 6.1 계의 운동 분석 **핵심: 부분과 전체**

#### CASE 1. 수평면 위의 두 물체 실험(X)



A의 가속도:  
B의 가속도:

A에 작용하는 알짜힘:  
B에 작용하는 알짜힘:

A가 B에 작용하는 힘:  
B가 A에 작용하는 힘:

위 상황을 분석하고 문제를 풀어보겠습니다.

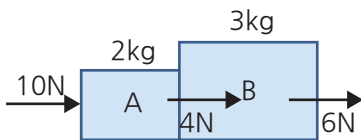
#### STEP1.

계의 운동을 분석할 때 핵심은 **전체**와 **부분**입니다.

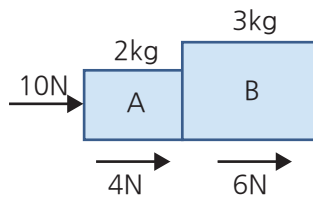
물체를 묶어서 한 덩어리로 생각해 보면, 전체 덩어리의 질량은 5kg 전체 계에 작용하는 힘은 10N입니다. 따라서 계에 작용하는 가속도는  $2\text{m/s}^2$ 이 됩니다.

(A와 B는 한 덩어리처럼 움직이니깐 A의 가속도와 B의 가속도는 모두  $2\text{m/s}^2$ 입니다.)

다음으로 A와 B에 작용하는 알짜힘은 가속도인  $2\text{m/s}^2$ 와 각각의 질량을 곱하면 됩니다. A의 알짜힘은 4N, B의 알짜힘은 6N이 되겠죠.



**[X]**



**[O]**

알짜힘은 모든 힘을 합성한 결과값이기 때문에 따로 적어두면 계산할 때 실수를 줄일 수 있습니다. 그래서 저는 알짜힘을 물체에 직접 표시하지 않고 평행하게 표시합니다.

그리고 위 방법이 아니더라도 전체 계에 작용한 10N이 A와 B의 질량비인 2:3으로 나뉘어서 각각의 알짜힘이 4N, 6N이라고 풀이해도 됩니다.

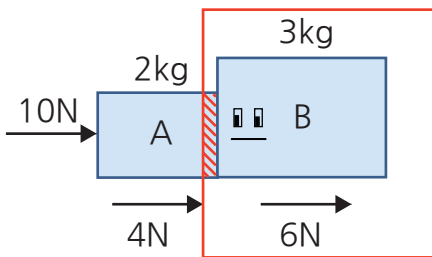
## Theme2. 뉴턴 운동 법칙

### Chapter6. 뉴턴 운동 제2법칙

#### 6.1 계의 운동 분석 **핵심: 부분과 전체**

##### STEP2.

보통 알짜힘은 잘 구하는데 <서로에게 작용하는 힘>을 구하는것을 어려워하는 학생분들이 많더라고요.  
<서로에게 작용하는 힘>은 **상자**를 씌워서 분석을 해보면 쉽게 구할 수 있습니다.

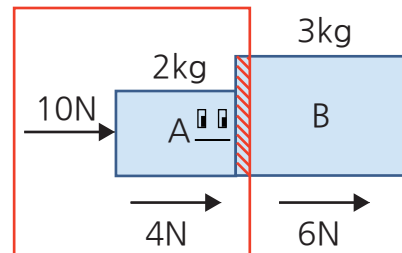


먼저 B에 상자를 씌워보겠습니다. 그리고 B는 이 상자 밖의 세상을 볼 수 없습니다. 그래서 A에게 작용하는 10N의 존재를 모르고 있죠.

B가 받는 힘의 결괏값인 알짜힘 6N은 누구한테 받았는지 상자 내부를 살펴보면 상자 안에 A가 B에 접촉해있죠. 따라서 B가 느끼기에 온전히 A가 B를 미는 힘이 6N이라고 생각하게 됩니다. 따라서 A가 B를 미는 힘은 6N입니다.

다음은 A에 상자를 씌워보겠습니다. A는 10N의 존재를 알고 있습니다. 근데 힘들의 합성 결괏값인 알짜힘은 4N이 나오게 됩니다.

그럼 10N을 작용한 반대쪽 방향으로 6N만큼 방해를 받았다는 것인데 상자를 내부를 살펴보면 B가 존재하죠. 따라서 B가 A를 방해하는 힘 즉, B가 A를 미는 힘은 6N이 됩니다.



<A가 B를 밀어주는 힘>과 <B가 A를 밀어주는 힘>의 크기가 모두 6N이 나왔는데, 이 값이 동일한 건 우연일까요?

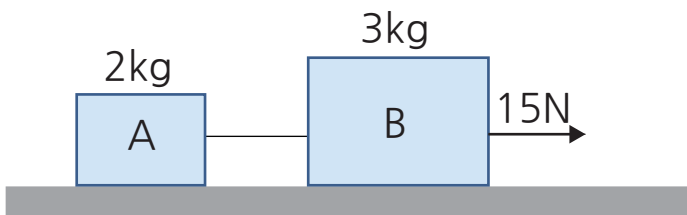
작용&반작용에 의해 두 힘의 크기는 같을 수밖에 없습니다. 따라서 문제에서 <B가 A에게 작용하는 힘>을 구하라고 하더라도 <A가 B를 미는 힘>을 구하시면 더 빠르게 풀 수 있습니다.

## Theme2. 뉴턴 운동 법칙

### Chapter6. 뉴턴 운동 제2법칙

#### 6.1 계의 운동 분석 **핵심: 부분과 전체**

### CASE 2. 수평면 위의 두 물체 실(O)



**가속도:**

**A에 작용하는 알짜힘:**

**B에 작용하는 알짜힘:**

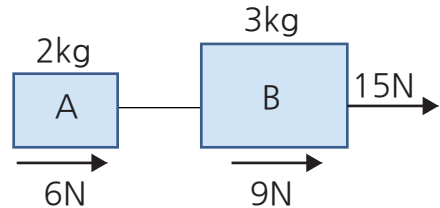
**실이 B를 당기는 힘:**

**실이 A를 당기는 힘:**

#### STEP1.

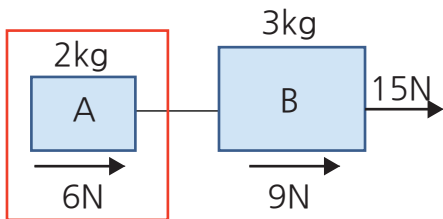
전체 덩어리의 질량은 5kg 전체에 작용하는 힘은 15N입니다. 따라서 계에 작용하는 가속도는  $3\text{m/s}^2$ 이 됩니다.

A와 B에 작용하는 알짜힘은 가속도인  $2\text{m/s}^2$ 와 각각의 질량을 곱하면 각각 6N, 9N이 됩니다.



#### STEP2.

다음은 실이 각 물체에 작용하는 힘을 구해보겠습니다.



A에 상자를 띄워보겠습니다.

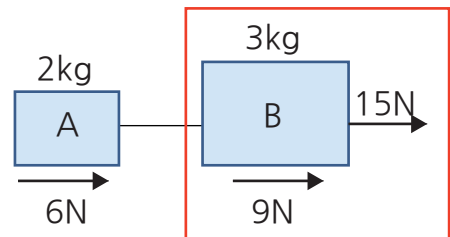
A는 15N의 존재와 B의 존재를 모르고 있습니다.

근데 힘의 합성 결과값이 6N이죠.

A가 상자 내부를 살펴볼 때 A를 끌어주는 건 실밖에 없으므로 오직 실만이 6N으로 A를 끌어주고 있는 것입니다.

이번에는 B에 상자를 띄워보겠습니다.

B는 15N 힘의 존재를 알고 있는데 결과값이 9N이 나왔고, 이는 6N으로 실이 B를 당겨주기 때문입니다.



상자를 A에 띄우나 B에 띄우나 실이 물체를 당기는 힘이 같은 것을 확인할 수 있는데 이는 팽팽한 실 내부에서 장력은 어느 점에서나 때문입니다.

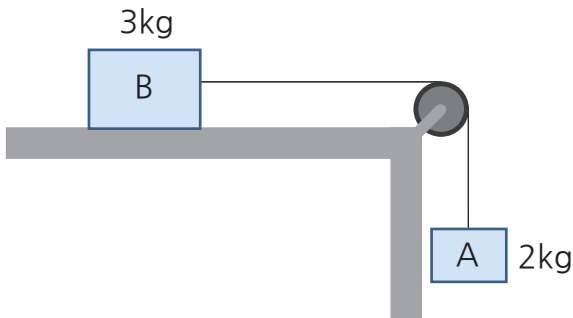
따라서 <실이 B를 당기는 힘>을 구하라고 나오더라도, 더 쉬운 <실이 A를 당기는 힘>을 구해주시면 됩니다.

## Theme2. 뉴턴 운동 법칙

### Chapter6. 뉴턴 운동 제2법칙

#### 6.1 계의 운동 분석 **핵심: 부분과 전체**

#### CASE 3. 도르래 1 (중력 가속도 = $10\text{m/s}^2$ )



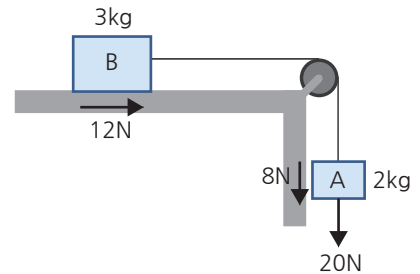
**가속도:**  
**A에 작용하는 알짜힘:**  
**B에 작용하는 알짜힘:**

**실이 B를 당기는 힘:**  
**실이 A를 당기는 힘:**

#### STEP1.

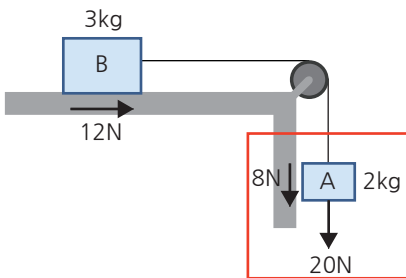
이 문제의 계에 작용하는 힘은 명시되어 있지 않지만 A가 중력을 받기 때문에 A 기준 연직 아래 방향으로 20N이라는 힘을 받고 있습니다.

계에 작용하는 힘은 20N 질량은 5kg이므로 가속도는  $4\text{m/s}^2$ 입니다. 따라서 A와 B의 알짜힘은 각각 8N, 12N입니다.



#### STEP2.

다음은 실이 각 물체에 작용하는 힘을 구해보겠습니다.

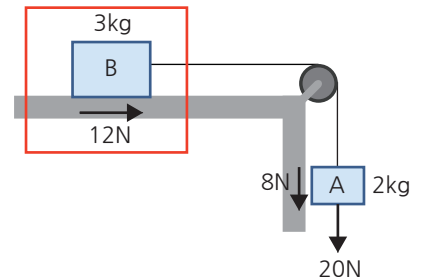


A에 상자를 씌워봅시다.

A에는 중력이 20N 작용하고 있는데, 힘의 결과값이 8N가 됐습니다. 이는 중력의 반대 방향으로 12N의 힘을 받고 있다는 것인데, 그 힘은 실이 A를 당기는 힘이겠네요.

B에 상자를 씌워봅시다.

그럼 B는 A의 존재를 모르는데 12N의 힘을 받고 있고 이는 온전히 실이 A를 당겨주는 힘이 되는 것이죠.



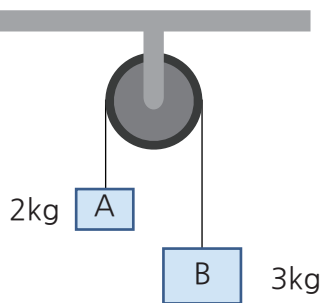
따라서 장력은 12N이며, 장력을 찾을 때 박스를 A보다 B에 그리면 더 빠르게 문제를 풀 수 있겠네요.

## Theme2. 뉴턴 운동 법칙

### Chapter6. 뉴턴 운동 제2법칙

#### 6.1 계의 운동 분석 **핵심: 부분과 전체**

### CASE 4. 도르래2 (중력 가속도 = $10\text{m/s}^2$ )

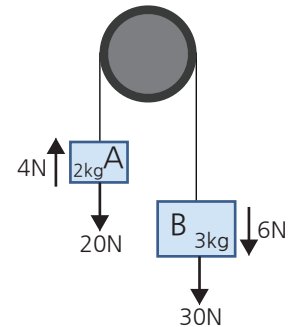


**가속도:**  
**A에 작용하는 알짜힘:**  
**B에 작용하는 알짜힘:**

**실이 A를 당기는 힘:**  
**실이 B를 당기는 힘:**

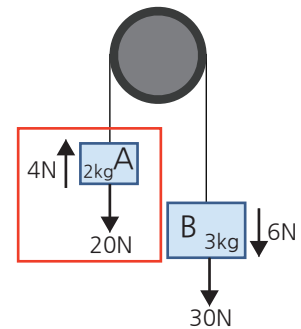
#### STEP1.

이 문제도 계에 작용하는 힘은 명시되어 있지 않지만 A와 B가 중력을 받기 때문에 각각 20N, 30N의 힘을 받고 있습니다. 그럼 계에 작용하는 전체 힘은 도르래 기준 시계방향으로 10N 전체 질량은 5kg이므로 가속도는  $2\text{m/s}^2$ 입니다. 따라서 A와 B의 알짜힘은 각각 4N, 6N입니다.

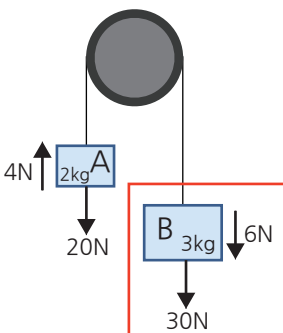


#### STEP2.

A에 상자를 씌우겠습니다. A에 중력이 20N 작용함에도 불구하고 결괏값이 중력과 반대 방향으로 4N 작용하고 있습니다. 이는 실이 연직 위쪽으로 당기는 힘이 중력보다 4N이 크다는 것이므로 실이 A를 당기는 힘은 24N입니다.



B에 상자를 씌워봅시다. B에 중력이 30N 작용함에도 힘의 합성 결괏값이 6N이 됐다는 것은 중력 반대 방향으로 실이 24N 당겨줬다는 것이므로 실이 B를 당기는 힘은 24N이 됩니다.



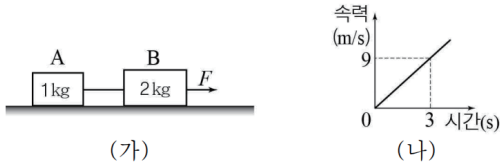
이 문제는 상자를 어디에 씌우나 푸는 속도는 비슷하겠네요.

## Theme2. 뉴턴 운동 법칙

### Chapter6. 뉴턴 운동 제2법칙 <연습문제>

[고2 모의고사]

1. 그림 (가)는 수평면 위에 질량이 각각 1 kg, 2 kg인 물체 A와 B를 실로 연결하여 B에 일정한 크기의 힘  $F$ 를 수평 방향으로 작용하는 것을, (나)는 B의 속력을 시간에 따라 나타낸 것이다.



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

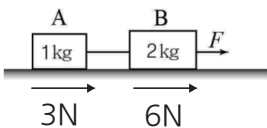
<보 기>

- ㄱ. A의 가속도의 크기는  $3 \text{ m/s}^2$ 이다.
- ㄴ.  $F$ 의 크기는 9 N이다.
- ㄷ. 실이 B에 작용하는 힘의 크기는 6 N이다.

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

[solution]

그래프의 기울기 = 가속도 =  $3 \text{ m/s}^2$   
 A에 작용하는 알짜힘 = 3N  
 B에 작용하는 알짜힘 = 6N 따라서  $F = 9$ .



★ㄷ에서 실이 B에 작용하는 힘을 구하라고 되어있으나, 이는 실이 A를 당기는 힘과 같으므로 A에 박스를 그려서 풀면 장력이 3N임을 더 쉽게 확인할 수 있습니다.

답: ③

관련 문제는 2문제만 풀어봅시다.

<상자 썩우기>는 최근 평가원 모의고사와 수능에 출제되고 있는 평형상태를 분석하는 문제에도 유용하게 사용할 수 있습니다. 이는 다음 칼럼에서 다루도록 하겠습니다

[2021학년도 모평]

2. 그림 (가), (나)는 물체 A, B, C가 수평 방향으로 24N의 힘을 받아 함께 등가속도 직선 운동하는 모습을 나타낸 것이다. A, B, C의 질량은 각각 4kg, 6kg, 2kg이고, (가)와 (나)에서 A가 B에 작용하는 힘의 크기는 각각  $F_1$ ,  $F_2$ 이다.



$F_1 : F_2$ 는? (단, 모든 마찰은 무시한다.) [3점]

- ① 1:2    ② 2:3    ③ 1:1    ④ 3:2    ⑤ 2:1

[solution]

먼저 (가)와 (나)에서 계의 가속도가 모두  $2 \text{ m/s}^2$ 이므로 알짜힘을 표시해 주면 다음과 같습니다.



A가 B에 작용하는 힘을 B가 A에게 작용하는 힘과 크기가 같으므로 박스를 A에 그리보겠습니다.



(가)에서는 A가 외부에서 24N의 힘을 받고 있지만 힘의 합성 결과값이 8N이므로 B가 A를 미는 힘이 16N이고,

(나)에서는 A에게 작용하는 힘의 합은 B가 A에게 작용한 힘이므로 B가 A를 미는 힘이 8N이 나옵니다.

답: ⑤