

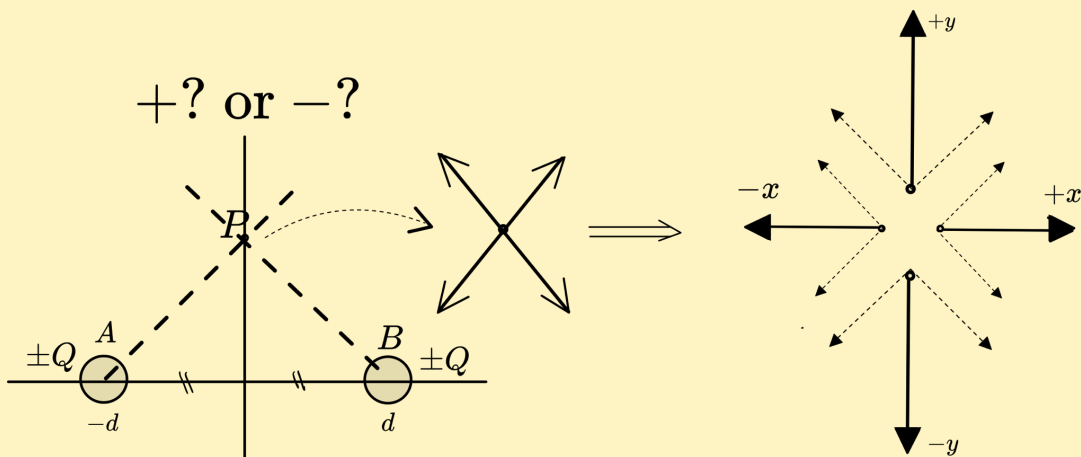
물2 전자기학 실전개념



점전하와 전기력

1. 전하량 부호를 모를 때, 조건의 ‘+/- x/y 방향이다’ 등의 조건을 이용해 벡터합의 방향을 생각하며 귀류법을 시도해본다.
2. 기준 거리와 기준 전하량에 의해 작용하는 전기장을 F 라고 놓고, 전하량의 크기나 거리비에 의해서 실제 점전하들이 특정 위치에 작용하는 F 의 상수배인 전기장들을 벡터합하여 (부호가 다를 경우엔 반대방향) 합성 전기장이나 전기력을 표시한다.
3. (모든 점전하에 작용하는 전기력 벡터합) $\sum F = 0$ 을 이용할수 있으면 해본다.
이를 이용하여 각 점전하에 작용하는 합력의 방향도 결정할 수 있다.
4. 작용 반작용 법칙에 의해 각 점전하가 서로에게 작용하는 힘은 크기가 항상 같고 방향 반대다.
이를 이용하면 각 점전하 간의 힘은 방향만 반대고 절댓값이 같은 힘이므로 변수는 크기 기준으로 ‘점전하 개수’만큼 나온다.
예를 들어, 점전하가 A,B,C 3개가 있다고 하면 전기력 크기변수는

f_{AB}, f_{BC}, f_{CA} 이렇게 3개가 나온다, 중요한건 변수를 ‘+ 전하량 기준’으로 둔다는 것이고 작용 방향을 하나를 잡았으면 똑같은 나머지 크기변수는 반대방향이 된다.



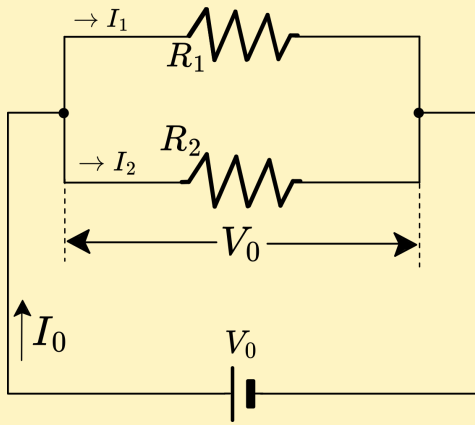
xy 평면에서 위와 같은 빈출배치의 경우 점전하에서 P점까지 연장선을 그어 X자 생성한다 이때 두 점전하의 전하량 크기가 같다면 특정 위치의 전기장의 방향의 경우의 수는 4가지이고 각 경우의 수에 대해서 점전하의 전하량 부호는 한가지로 정해진다.

참고로 전기장은 양전하 기준이므로 P 위치에 양전하 있다고 가정해야 한다.

예를 들어 위의 y축상의 P에서 전기장 방향이 +x라고 주어진 경우, $A=+Q, B=-Q$ 으로 경우의 수가 유일하다.

참고로 연장선 기법을 통해 벡터합의 경우의 수를 추려보는 풀이법은 위 그림의 배치가 아니어도 일반적인 모든 배치에서 사용할 수 있다.

[병렬 회로] 전압 같고 전류 분배



기초 병렬 회로는 공급 전압과 각 소비전압 일치

$$I_1 + I_2 = I_0$$

$$I_1 : I_2 = R_2 : R_1$$

$$P_1 : P_2 = R_2 : R_1$$

[합성 저항] $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots + \frac{1}{R_N}$

저항이 2개만 존재할때 합성저항 $R' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

두 저항의 저항값이 같으면 병렬 합성저항은 각 단일저항의 절반이다

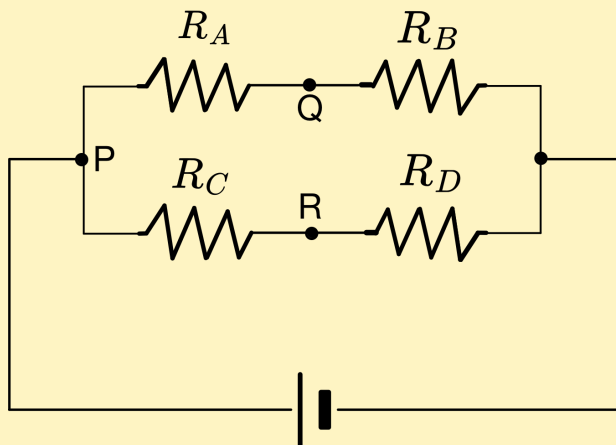
예: 6옴짜리 저항 두개의 병렬회로의 합성저항은 3옴이다.

병렬 회로는 저항값이 작은 저항에서 소비전력 크다.

병렬 회로의 합성 소비전력은, 각 저항의 소비전력의 합과 같다.

주의!!! 병렬에서 절대로 합성저항과 합성전압을 헷갈리지 말도록 하자.

전압은 오로지 전위차에 의해 결정된다. 병렬은 전압이 일정하다. 병렬끼리 합성 전과 후 모두 그대로다. 이는 축 전기의 합성시 전압도 똑같다. 두 병렬축전기 합성해도 전압 그대로다.



직렬 저항 두개씩 P 분기점에서 병렬 연결된
복합 회로

저항 D를 골라 저항값 증가 가정
(참고로 그 이외 저항의 저항값은 일정함)

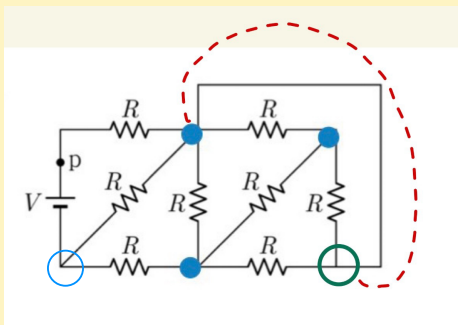
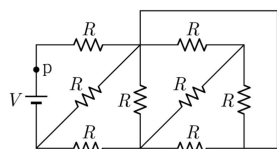
- 1) 병렬 연결된 반대쪽 두 저항 A,B는 전압이 일정하고, 같은 직렬 저항인 C는 전압 감소
- 2) Q는 직렬 합성저항과 직렬 합성전압 모두 일정하므로 전류 일정,
R에서는 직렬 합성전압은 일정하지만 직렬 합성저항값 증가하므로 전류 감소
- 3) 전체 합성저항값이 늘어나므로,
혹은 Q에서의 전류는 일정한데 R에서의 전류가 감소했으므로,
병렬회로 성질 (각 병렬저항의 전류의 합이 합성저항의 전류)에 의해
두 접점에서 전류의 합류점이자 Q,R 전류를 합한 합성전류가 흐르는 P에서는 전류 감소

실전 문제로 체화해보기 : 2026 9모 20번

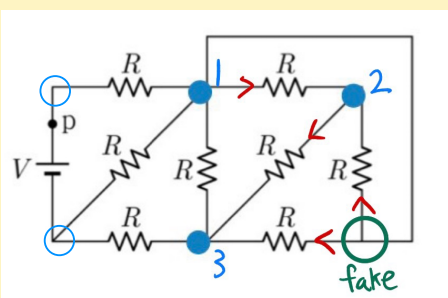
20. 그림과 같이 저항값이 R 인 저항 8개를 전압이 V 인 전원에 연결하여 회로를 구성하였다.

회로상의 점 p 에 흐르는 전류의 세기는? [3점]

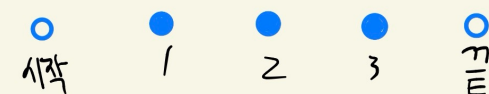
- ① $\frac{17V}{30R}$ ② $\frac{19V}{30R}$ ③ $\frac{7V}{10R}$ ④ $\frac{23V}{30R}$ ⑤ $\frac{5V}{6R}$



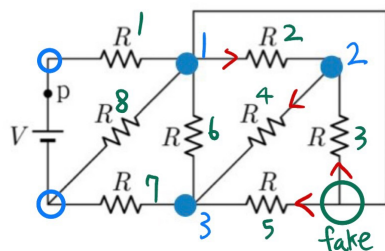
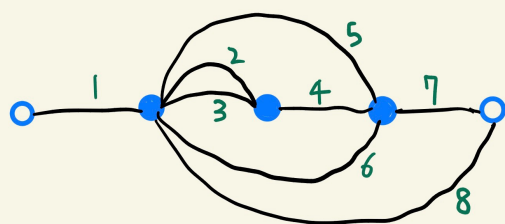
< 파란색 색칠된 노드가 아니라 초록색 저 노드는 페이크 노드임
처음 노드에서 저항을 거치지 않고 맨 전선으로 한번 더 노드를
형성하고 있기 때문에, 규칙에 따라 노드로 취급하지 않음
마지막에 있는 노드는 그냥 끝 노드로 바로 취급하면 됨



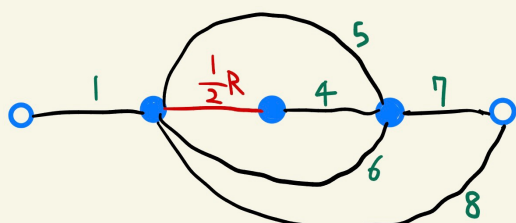
< 어라 맨 처음 노드없이 저항을 먼저 거치네?
그럼 최초의 저항 앞에 시작노드를 임의로 한개 찍어주면 된다.
1번 노드 이후로 2번 노드가 3번 노드보다 건전지 음극까지 더 돌아서 가므로
(중간에 거쳐가야 하는 저항이 더 많으므로) 전류 방향은 이렇게 된다.



< 시작 노드와 끝 노드를 양단에 배치하고 그 사이에 메인 노드를
순서대로 배치한다.

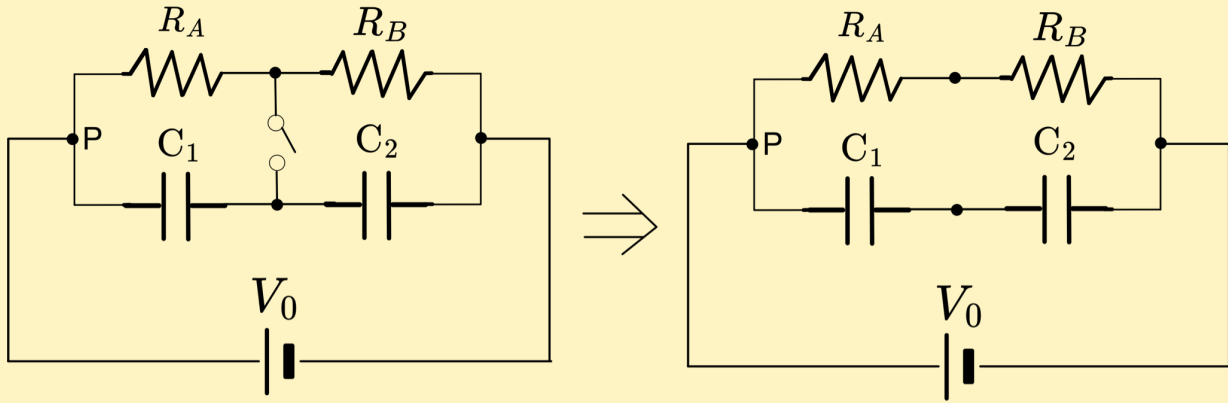


(초록색 글자는 저항값이 아니라 이해를 돕기 위해 편의상 매긴 저항 번호임)
위 그림과 같이 노드를 규칙에 맞게 매핑한다. 체화되면 번호 다 적을필요도 없다.
그림을 보면, 저항(초록색 번호) 2번과 3번은 서로 병렬관계, 5번과 6번도 서로 병렬관계다.
2,3번 묶음과 4번은 직렬관계고, 2,3,4번 묶음과 5번 6번 각각은 서로 병렬관계이다.
23456 묶음과 7번 묶음은 서로 직렬 관계이다. (이쯤이면 감이 잡힐 것이다.)
마찬가지로 234567 묶음과 8번은 서로 병렬 관계이다.
마지막으로 1번과 뒤쪽 모든 저항들의 묶음은 서로 직렬 관계다.

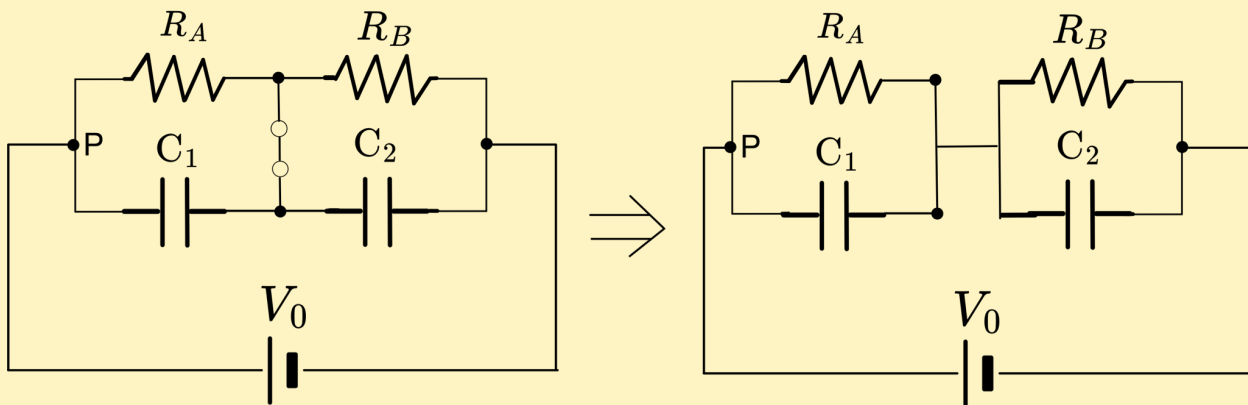


규칙에 맞게 제일 안쪽부터 저항을 합성해서 하나의 합성저항으로 치환한다. 이중 병렬인 R 을 합성하면 $0.5R$ 이 된다 (빨간색)

[스위치 달린 축전기와 저항 병렬회로 해석]



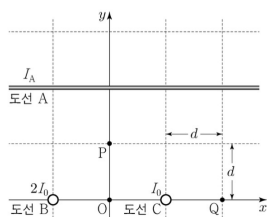
1. 직렬축전기 합성전압은 직렬합성저항의 전압, 즉 전원전압과 같음.
이때 용량 역수비로 전압 내분됨
2. 용량비와 전압비가 서로의 역수비이므로, 둘의 공급 전하량은 같음
3. 에너지비는 용량 역수비로 내분됨



1. 축전기는 전류가 흐르지 못할 뿐 전압은 걸려있으므로, 일종의 전압계로 간주하면 저항에 걸리는 전압과 똑같은 전압이 걸림. 즉 직렬저항의 저항비대로 전압이 분배됨
이때 축전기 용량은 축전기의 전압 계산에 아무 관련 없으므로 주의
2. 전압 구한 후에 용량과 곱하면서 전하량과 에너지를 구할 수 있음

[심화] 3차원 자기장 벡터 합성 유형

18. 그림과 같이 무한히 긴 직선 도선 A, B, C에 세기가 각각 I_A , $2I_0$, I_0 인 전류가 흐른다. A는 xy 평면에서 x 축에 나란하게, B와 C는 xy 평면에 수직으로 고정되어 있다. P는 y 축상의 점, Q는 x 축상의 점이다. A, B, C에 의한 자기장의 세기는 원점 O와 P에서 서로 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>

- ㄱ. B, C에 흐르는 전류의 방향은 서로 반대이다.
- ㄴ. A, B, C에 의한 자기장의 세기는 Q에서가 P에서보다 작다.
- ㄷ. I_A 는 $3I_0$ 보다 작다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문제출처: 23수능 18번

사실 23수능 자체가 불과탐인 특수해라
넣을까 말까 고민했는데 정권교체 이후
다시 불과탐이 나올수 있기때문에 강 넣었다. :)

자기장 문제의 난이도를 물2수준에서 극한으로 끌어올리면
이런 3차원 합성유형이 나오는 사태가 발생함
이런 문제는 어떻게 대처해야 하는지 알아보자.

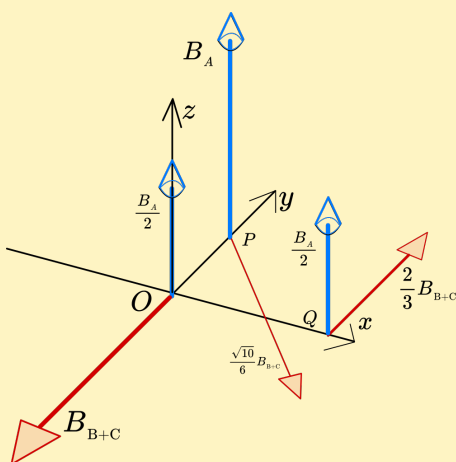
1. 앞서 언급했던 것처럼 ‘일단 ㄱ선지에 전류 방향 묻는’ 선지가 나왔고 그게 3,4,5번 모두 포함돼있으므로 정답일 가능성이 상당히 높다. 시험장에서는 어떻게든 풀어재끼면 그만이므로 ‘두 케이스 모두 정확히 귀류’ 시도하기보단 ‘일단 정답일것 같은 선지’가 3,4,5번 모두 있으므로 ㄱ이 맞다고 ‘가정’ 해보고 시작하는게 정신건강과 시간관리에 좋다
물론 앞페이지 내용을 이하였다면 ㄱ선지는 연역적인 방법으로 ‘맞다’고 넘어갈수밖에 없다.

2. 발문에 의해 O와 P에서의 합성 자기장 크기는 같다

이때 A도선에 의한 자기장이 P에서는 크고 O에서는 작다.

이를 보정해주기 위해선 B,C에 의한 합성 자기장이 P에서는 작고 O에서 커야한다. 따라서 앞페이지의 논리를 충분히 학습한다면 ‘중점에 가까워질수록 자기장 커지는’ 형태이므로 전류는 반대방향이다.

3. 선형독립인 벡터 (물2 수준에서는 문제 상황처럼 3차원 공간상에서 xy 평면상의 벡터와 z 축의 벡터가 그러한 선형독립 벡터의 예시인데, 쉽게말해 ‘합성을 통해 서로 상쇄가 불가능한 벡터’라고 볼 수 있다.)
의 합성은 3차원이지만 공간상에서 xy 평면과 z 축이 그렇듯 직교하므로 2차원 벡터 합성처럼 다룰수 있다.
이때 Q에서는 A에 의한 자기장과 B,C 합성자기장 모두 P에서보다 약해지는데 알 수 있다.
따라서 ABC합성 자기장은 당연히 Q가 P보다 작아진다. 그림으로 나타내면 아래와 같다.



4. ㄷ 선지는 O에서와 P에서의 ABC 합성 자기장 크기 같다는것을 이용하여
변수 단순화하고 방정식 풀면 A의 전류가 (루트(26/3)) I_0 이므로 2.xxx I_0 이다. 따라서 답은 5번

솔직히 ㄷ선지가 정말 물2스러우면서도 평가원이 더프마냥 더러운 정량해석을 낼수있다는걸 보여주는 선지라는 생각이 든다.

변압 문제풀이

$$\overset{(1)}{V_1} \Rightarrow \overset{(2)}{V_2} \Rightarrow \overset{(3)}{I_2} \Rightarrow I_1$$

$$(1) V_1 : V_2 = N_1 : N_2$$

$$(2) I_2 = \frac{V_2}{R}$$

$$(3) I_1 V_1 = I_2 V_2$$

1. N 비를 이용해 V_2 구하기

2. 옴의 법칙에서, I_2 구하기

3. $I_1 V_1 = I_2 V_2$ 에서 I_1 구하기

코일 안건드리고 저항값을 바꾸는 행위는
 V_1, V_2 모두 그대로고
공급전압도 일정하겠지만

두 코일과 각 저항의
소비전력, 전류는 무조건 변함

[승압]- 변인을 잘 구분하기

1. N_2 증가시키면

$$V_2 = N_2 \frac{d\Phi}{dt} \text{ 에서 } \frac{d\Phi}{dt} \text{ 이 일정하므로}$$

N_2 증가로 V_2 증가
저항 값 일정하므로 I_2 도 증가, 전체 전력 증가

2. N_1 감소시키면

$$V_1 = N_1 \frac{d\Phi}{dt} \text{ 에서 } V_1 \text{ 이 일정한데}$$

$$N_1 \text{ 이 감소하므로 } \frac{d\Phi_1}{dt} \text{ 이 증가}$$

$$\text{똑같이 2차 코일의 } \frac{d\Phi_2}{dt} \text{ 도 증가}$$

$$V_2 = N_2 \frac{d\Phi}{dt} \text{ 에서 } V_2 \text{ 증가}$$

이때 저항값 일정하므로 I_2 는 증가,
전체전력 증가