

XÁC SUẤT TRONG BÀI TẬP DI TRUYỀN

I. XÁC SUẤT

1. Định nghĩa xác suất

Giả sử A là biến cố liên quan đến một phép thử với không gian mẫu Ω chỉ có một số hữu hạn kết quả đồng khả năng xuất hiện.

Ta gọi tỉ số $\frac{n(A)}{n(\Omega)}$ là xác suất của biến cố A, kí hiệu là $P(A)$.

$$P(A) = \frac{n(A)}{n(\Omega)}.$$

- Xác suất của một sự kiện là tỉ số giữa khả năng thuận lợi để sự kiện đó xảy ra trên tổng số khả năng có thể.

2. Công thức cộng xác suất

Khi hai sự kiện không thể xảy ra đồng thời (**hai sự kiện xung khắc**), nghĩa là sự xuất hiện của sự kiện này loại trừ sự xuất hiện của sự kiện kia thì qui tắc cộng sẽ được dùng để tính xác suất của cả hai sự kiện:

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B)$$

$$\text{Hệ quả: } 1 = P(\Omega) = P(A) + P(\bar{A}) \rightarrow P(\bar{A}) = 1 - P(A)$$

3. Công thức nhân xác suất

- Nếu sự xảy ra của một biến cố không ảnh hưởng đến xác suất xảy ra của một biến cố khác thì ta nói hai biến cố đó *độc lập*.

- Khi hai sự kiện *độc lập* nhau thì quy tắc nhân sẽ được dùng để tính xác suất của cả hai sự kiện: $P(A.B) = P(A) \cdot P(B)$

4. Công thức nhị thức Niu-ton

$$(a + b)^n = C_n^0 a^n + C_n^1 a^{n-1} b + \dots + C_n^k a^{n-k} b^k + \dots + C_n^{n-1} a b^{n-1} + C_n^n b^n.$$

5. Công thức tổ hợp

- Giả sử tập A có n phần tử ($n \geq 1$). Mỗi tập con gồm k phần tử của A được gọi là một *tổ hợp chập k* của n phần tử đã cho.

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}, \text{ với } (0 \leq k \leq n)$$

II. Các giải pháp thực hiện

1. Quy trình giải các dạng bài tập di truyền có ứng dụng toán xác suất ở các cấp độ di truyền

a. Di truyền học phân tử

- Bài tập di truyền có ứng dụng toán xác suất ở cấp độ phân tử thường là dạng toán yêu cầu:

+ Tính tỉ lệ bộ ba chứa hay không chứa một loại nucleotit.

+ Tính xác suất loại bộ ba chứa các loại nucleotit.

Dạng 1: Tính tỉ lệ bộ ba chứa hay không chứa một loại nucleotit.

- Bước 1: Áp dụng công thức định nghĩa xác suất, tính tỉ lệ loại nucleotit có trong hỗn hợp.

- Bước 2: Áp dụng công thức nhân xác suất, công thức cộng xác suất, tính tỉ lệ bộ ba chứa hay không chứa loại nucleotit trong hỗn hợp.

Ví dụ: Một hỗn hợp có 4 loại nuclêôtit (A, U, G, X) với tỉ lệ bằng nhau.

1. Tính tỉ lệ bộ ba không chứa A?

2. Tính tỉ lệ bộ ba chứa ít nhất 1 A?

Giải:

1. Tính tỉ lệ bộ ba không chứa A:

Cách 1:

- Tỉ lệ loại nucleotit không chứa A trong hỗn hợp : $3/4$

- Áp dụng công thức nhân xác suất, ta tính được tỉ lệ bộ ba không chứa A trong hỗn hợp là: $(3/4)^3 = 27/64$.

Cách 2:

- Số bộ ba không chứa A trong hỗn hợp : $3^3 = 27$.

- Số bộ ba trong hỗn hợp : $4^3 = 64$

- Áp dụng công thức định nghĩa xác suất, ta tính được tỉ lệ bộ ba không chứa A trong hỗn hợp là: $27/64$.

2. Tính tỉ lệ bộ ba chứa ít nhất 1 A?

Cách 1:

- Tỉ lệ không chứa A trong hỗn hợp : $3/4$.

- Áp dụng công thức nhân xác suất, ta tính được tỉ lệ bộ ba không chứa A trong hỗn hợp : $(3/4)^3 = 27/64$

- Áp dụng công thức cộng xác suất, ta tính được tỉ lệ bộ ba chứa ít nhất 1 A là:

$$1 - 27/64 = 37/64.$$

Cách 2:

- Số ba ba trong hỗn hợp: $4^3 = 64$.
- Số bộ ba không chứa A trong hỗn hợp: $3^3 = 27$.
- Số bộ ba chứa A trong hỗn hợp: $4^3 - 3^3 = 37$.
- Áp dụng công thức định nghĩa xác suất, ta tính được tỉ lệ bộ ba chứa A (ít nhất là 1A) trong hỗn hợp: $37/64$.

Dạng 2: Tính xác suất loại bộ ba chứa các loại nucleotit.

- Bước 1: Áp dụng công thức định nghĩa xác suất, tính tỉ lệ mỗi loại nucleotit có trong hỗn hợp.
- Bước 2: Áp dụng công thức nhân xác suất, tính xác suất loại bộ ba chứa tỉ lệ mỗi loại nucleotit trong hỗn hợp.

Ví dụ: Một polinucleôtit tổng hợp nhân tạo từ hỗn hợp có tỉ lệ $4U : 1A$.

1. Tính xác suất loại bộ ba chứa 3U trong các loại bộ ba từ hỗn hợp?
2. Tính xác suất loại bộ ba chứa 2U, 1A trong các loại bộ ba từ hỗn hợp?
3. Tính xác suất loại bộ ba chứa 1U, 2A trong các loại bộ ba từ hỗn hợp?
4. Tính xác suất loại bộ ba chứa 3A trong các loại bộ ba từ hỗn hợp?

Giải:

1. Tính xác suất loại bộ ba chứa 3U trong các loại bộ ba từ hỗn hợp?
 - Tỉ lệ U trong hỗn hợp: $4/5$.
 - Áp dụng công thức nhân xác suất, ta tính được xác suất loại bộ ba chứa 3U trong hỗn hợp là: $(4/5)^3 = 64/125$.
2. Tính xác suất loại bộ ba chứa 2U, 1A trong các loại bộ ba từ hỗn hợp?
 - Tỉ lệ U trong hỗn hợp: $4/5$.
 - Tỉ lệ A trong hỗn hợp: $1/5$.
 - Áp dụng công thức nhân xác suất, ta tính được xác suất loại bộ ba chứa 2U, 1A trong hỗn hợp là: $(4/5)^2 \times 1/5 = 16/125$.
3. Tính xác suất loại bộ ba chứa 1U, 2A trong các loại bộ ba từ hỗn hợp?
 - Tỉ lệ U trong hỗn hợp: $4/5$.
 - Tỉ lệ A trong hỗn hợp: $1/5$.
 - Áp dụng công thức nhân xác suất, ta tính được xác suất loại bộ ba chứa 1U, 2A trong hỗn hợp là: $4/5 \times (1/5)^2$.
4. Tính xác suất loại bộ ba chứa 3A trong các loại bộ ba từ hỗn hợp?
 - Tỉ lệ A trong hỗn hợp: $1/5$.
 - Áp dụng công thức nhân xác suất, ta tính được xác suất loại bộ ba chứa 3A trong hỗn hợp: $(1/5)^3 = 1/125$.

b. Di truyền học cá thể (Tính quy luật của hiện tượng di truyền)

- Bài tập di truyền có ứng dụng toán xác suất ở cấp độ cá thể có rất nhiều dạng khác nhau, có thể phải vận dụng nhiều công thức toán học để giải một bài toán di truyền:

Dạng 1: Tính số loại kiểu gen và số loại kiểu hình ở đời con của một phép lai tuân theo quy luật phân li độc lập.

- Bước 1: Tính số loại kiểu gen, số loại kiểu hình ở mỗi cặp gen.
- Bước 2: Áp dụng công thức nhân xác suất, tính số loại kiểu gen và số loại kiểu hình ở đời con.

Ví dụ: Biết một gen quy định một tính trạng, gen trội là trội hoàn toàn, các gen phân li độc lập và tổ hợp tự do. Theo lí thuyết, phép lai $AaBbDd \times AaBbDD$ cho đời con có bao nhiêu kiểu gen, kiểu hình?

Giải:

- Xét riêng phép lai của mỗi cặp gen:

Cặp gen	Tỉ lệ phân li kiểu gen	Số loại kiểu gen	Tỉ lệ phân li kiểu hình	Số loại kiểu hình
$Aa \times Aa$	$1AA : 2Aa : 1aa$	3	3 Trội : 1 Lặn	2
$Bb \times Bb$	$1BB : 2Bb : 1bb$	3	3 Trội : 1 Lặn	2
$Dd \times DD$	$1DD : 1Dd$	2	100% Trội	1

- Số loại kiểu gen, kiểu hình có thể có:
- + Áp dụng quy tắc nhân xác suất, số loại kiểu gen là: $3 \times 3 \times 2 = 18$ kiểu gen.
- + Áp dụng quy tắc nhân xác suất, số loại kiểu hình là: $2 \times 2 \times 1 = 4$ kiểu hình.

Dạng 2: Tính tỉ lệ kiểu gen và tỉ lệ kiểu hình ở đời con của một phép lai tuân theo quy luật phân li độc lập.

- Bước 1: Tính tỉ lệ kiểu gen, tỉ lệ kiểu hình ở mỗi cặp gen.
- Bước 2: Áp dụng công thức nhân xác suất, tính tỉ lệ kiểu gen và tỉ lệ kiểu hình ở đời con.

Ví dụ1: Biết một gen quy định một tính trạng, gen trội là trội hoàn toàn, các gen phân li độc lập và tổ hợp tự do. Theo lí thuyết, phép lai AaBbDd x AaBbDD cho đời con có tỉ lệ kiểu gen aaBbDD là bao nhiêu, cho tỉ lệ kiểu hình A-bbD- là bao nhiêu?

Giải:

- Xét riêng phép lai của mỗi cặp gen:

Cặp gen	Tỉ lệ phân li kiểu gen
Aa x Aa	1AA : 2 Aa : 1aa
Bb x Bb	1BB : 2 Bb : 1bb
Dd x DD	1DD : 1Dd

- Tỉ lệ kiểu gen aaBbDD trong phép lai:

+ Áp dụng công thức định nghĩa xác suất, tỉ lệ kiểu gen aa trong phép lai của cặp gen Aa x Aa là: 1/4.

+ Áp dụng công thức định nghĩa xác suất, tỉ lệ kiểu gen Bb trong phép lai của cặp gen Bb x Bb là: 1/2.

+ Áp dụng công thức định nghĩa xác suất, tỉ lệ kiểu gen DD trong phép lai của cặp gen Dd x DD là: 1/2.

+ Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có tỉ lệ kiểu gen aaBbDD trong phép lai là:

$$1/4 \times 1/2 \times 1/2 = 1/16.$$

- Tỉ lệ kiểu hình A-bbD- trong phép lai:

+ Áp dụng công thức định nghĩa xác suất, tỉ lệ kiểu hình A- trong phép lai của cặp gen Aa x Aa là: 3/4.

+ Áp dụng công thức định nghĩa xác suất, tỉ lệ kiểu hình bb trong phép lai của cặp gen Bb x Bb là: 1/4.

+ Áp dụng công thức định nghĩa xác suất, tỉ lệ kiểu hình D- trong phép lai của cặp gen Dd x DD là: 1.

+ Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có tỉ lệ kiểu hình A-bbD- trong phép lai là: $3/4 \times 1/4 \times 1 = 3/16$.

Ví dụ2: Biết một gen quy định một tính trạng, gen trội là trội hoàn toàn, các gen phân li độc lập và tổ hợp tự do. Theo lí thuyết, phép lai ♂ AaBbDd x ♀ Aabbdd cho đời con có tỉ lệ kiểu hình lặn về cả 3 cặp tính trạng là bao nhiêu?

Giải:

Cách 1:

- Tính tỉ lệ tính trạng lặn ở phép lai của mỗi cặp gen:

Cặp gen	Tỉ lệ phân li kiểu gen	Tỉ lệ phân li kiểu hình	Tỉ lệ kiểu hình trội	Tỉ lệ kiểu hình lặn
Aa x Aa	1AA : 2 Aa : 1aa	3 Trội : 1 Lặn	3/4	1/4
Bb x bb	1Bb : 1bb	1 Trội : 1 Lặn	1/2	1/2
Dd x dd	1Dd : 1dd	1 Trội : 1 Lặn	1/2	1/2

- Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có tỉ lệ kiểu hình lặn về 3 cặp tính trạng là:

$$1/4 \times 1/2 \times 1/2 = 1/16.$$

Cách 2: Áp dụng khi bài toán yêu cầu xác định đời con có tỉ lệ kiểu hình trội (hoặc lặn) về **cả n cặp tính trạng**.

- Đời con mang kiểu hình lặn về cả 3 cặp tính trạng có kiểu gen aabbdd.

- Tỉ lệ giao tử abd ở cơ thể ♂ là $1/2^3 = 1/8$.

- Tỉ lệ giao tử abd ở cơ thể ♀ là $1/2^1 = 1/2$.

- Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có tỉ lệ kiểu hình trội về 3 cặp tính trạng là:

$$1/8 \times 1/2 = 1/16.$$

Chú ý: Khi bài toán yêu cầu tính tỉ lệ kiểu hình **vừa trội, vừa lặn** (a tính trạng trội; b tính trạng lặn) thì ta phải áp dụng thêm công thức tổ hợp để giải.

Ví dụ 3: Cho hai cơ thể bố mẹ có kiểu gen AaBbDdEeFf giao phấn với nhau. Cho biết tính trạng trội là trội hoàn toàn và mỗi gen quy định một tính trạng. Tính tỉ lệ cá thể ở đời con có kiểu hình 3 trội : 2 lặn?

Giải:

- Tính tỉ lệ tính trạng trội, lặn ở phép lai của mỗi cặp gen:

Cặp gen	Tỉ lệ phân li kiểu gen	Tỉ lệ phân li kiểu hình	Tỉ lệ kiểu hình trội	Tỉ lệ kiểu hình lặn
Aa x Aa	1AA : 2 Aa : 1aa	3 Trội : 1 Lặn	3/4	1/4
Bb x Bb	1BB : 2 Bb : 1bb	3 Trội : 1 Lặn	3/4	1/4
Dd x Dd	1DD : 2Dd : 1Dd	3 Trội : 1 Lặn	3/4	1/4
Ee x Ee	1EE : 2Ee : 1ee	3 Trội : 1 Lặn	3/4	1/4
Ff x Ff	1FF : 2Ff : 1ff	3 Trội : 1 Lặn	3/4	1/4

- Tính tỉ lệ cá thể ở đời con có kiểu hình 3 trội : 2 lặn:

- + Áp dụng công thức tổ hợp, ta tính được xác suất có được 3 trội trong tổng số 5 trội là: $C^3_5 = 10$.
- + Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có tỉ lệ 3 trội là: $3/4.3/4.3/4$.
- + Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có tỉ lệ 2 lặn là: $1/4.1/4$.
- + Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có tỉ lệ cả thể ở đời con có kiểu hình 3 trội : 2 lặn là: $10 \times (3/4)^3 \times (1/4)^2 = 270/1024 = 135/512$.

Chú ý: Khi bài toán yêu cầu tính tỉ lệ kiểu gen đồng hợp trội hoặc tỉ lệ kiểu gen đồng hợp lặn của phép lai có n cặp gen dị hợp, thì có thể tính theo cách khác:

- Bước 1: Tính tỉ lệ giao tử chứa toàn gen trội (hoặc lặn).
- Bước 2: Áp dụng công thức nhân xác suất, tính tỉ lệ kiểu gen đồng hợp trội (hoặc lặn).

Ví dụ 4: Biết một gen quy định một tính trạng, gen trội là trội hoàn toàn, các gen phân li độc lập và tổ hợp tự do. Theo lí thuyết, phép lai AaBbDd x AaBbDd cho đời con có tỉ lệ kiểu gen aabbdd là bao nhiêu?

Giải:

- Số giao tử của cơ thể bố, mẹ là: 2^n (áp dụng công thức tổng quát cho phép lai có n cặp gen dị hợp).
 - Tỉ lệ giao tử abd ở mỗi cơ thể bố, mẹ là: $1/2^n = 1/2^3 = 1/8$.
 - Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có tỉ lệ kiểu gen aabbdd là: $1/8 \times 1/8 = 1/64$.
- (Nếu áp dụng theo cách ban đầu, ta có tỉ lệ kiểu gen aabbdd là: $1/4 \times 1/4 \times 1/4 = 1/64$).

Dạng 3: Nếu có n cặp gen dị hợp, PLĐL, tự thụ thì tần số xuất hiện tổ hợp gen có a alen trội (hoặc lặn) là: $C^a_{2n}/4^n$.

Ví dụ: Chiều cao cây do 3 cặp gen PLĐL, tác động cộng gộp quy định. Sự có mặt mỗi alen trội trong tổ hợp gen làm tăng chiều cao cây lên 5cm. Cây thấp nhất có chiều cao = 150cm. Cho cây có 3 cặp gen dị hợp tự thụ. Xác định:

1. Tần số xuất hiện tổ hợp gen có 1 alen trội?
2. Tần số xuất hiện tổ hợp gen có 4 alen trội?
3. Khả năng có được một cây có chiều cao 165cm?

Giải:

1. Tần số xuất hiện tổ hợp gen có 1 alen trội: $C^1_{2.3}/4^3 = 6/64$.
2. Tần số xuất hiện tổ hợp gen có 4 alen trội: $C^4_{2.3}/4^3 = 15/64$.
3. Khả năng có được một cây có chiều cao 165cm:
 - Cây có chiều cao 165cm hơn cây thấp nhất là: $165\text{cm} - 150\text{cm} = 15\text{cm}$.
 - Cây có chiều cao 165cm có 3 alen trội ($15 : 5 = 3$).
 - Khả năng có được một cây có chiều cao 165cm là: $C^3_{2.3}/4^3 = 20/64$.

Dạng 4: Xác định tỉ lệ kiểu hình (giới tính, tật bệnh) ở đời con trong di truyền học người.

- Bước 1: Xác định sự xuất hiện kiểu gen, kiểu hình ở đời con.
- Bước 2: Áp dụng công thức tổ hợp, công thức cộng xác suất, công thức định nghĩa xác suất để tính xác suất là con trai hay con gái theo yêu cầu của đề bài.
- Bước 3: Áp dụng công thức nhân xác suất, công thức nhị thức Niu-ton để xác định tỉ lệ kiểu hình (giới tính, tật bệnh) ở đời con.

Ví dụ 1: Ở người, bệnh phenin ketô niệu do đột biến gen gen lặn nằm trên NST thường. Bố và mẹ bình thường sinh đứa con gái đầu lòng bị bệnh phenin ketô niệu. Xác suất để họ sinh đứa con tiếp theo là trai không bị bệnh là bao nhiêu?

Giải:

- Kiểu gen, kiểu hình của đời con:
- + Bố mẹ bình thường sinh con đầu lòng bị bệnh phenin ketô niệu có nghĩa là bố mẹ mang gen bệnh ở trạng thái dị hợp.

+ Quí ước: A : bình thường; a: bệnh phenin ketô niệu.

+ Kiểu gen của bố mẹ là: Aa x Aa.

Ta có: P: ♂ Aa x ♀ Aa

G_P: A, a A, a

F₁:

KG: 1AA : 2Aa : 1 aa.

KH: 3 bình thường : 1 bị bệnh.

- Áp dụng công thức định nghĩa xác suất, xác suất sinh con bình thường là: $\frac{3}{4}$
- Áp dụng công thức định nghĩa xác suất, ta có xác suất sinh con trai là: $\frac{1}{2}$

(Vì sinh con trai hay con gái xác suất là: 50% con trai : 50% con gái).

- Áp dụng công thức nhân xác suất, xác suất để cặp vợ chồng sinh con trai không bị bệnh là: $\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$.

Ví dụ2: Bệnh bạch tạng ở người do đột biến gen lặn trên NST thường. Vợ và chồng đều bình thường nhưng con trai đầu lòng của họ bị bệnh bạch tạng.

1. Xác suất để họ sinh 2 người con, có cả trai và gái đều không bị bệnh?
2. Xác suất để họ sinh 2 người con có cả trai và gái trong đó có một người bệnh, một không bệnh?
3. Sinh 2 người con cùng giới tính và một người bình thường, một người bị bệnh bạch tạng?
4. Xác suất để họ sinh 3 người con có cả trai, gái và ít nhất có một người không bệnh?

Giải:

- Kiểu gen, kiểu hình của đời con:

+ Bố mẹ bình thường sinh con đầu lòng bị bệnh bạch tạng có nghĩa là bố mẹ mang gen bệnh ở trạng thái dị hợp.

+ Quy ước: A : bình thường; a: bệnh bạch tạng.

+ Kiểu gen của bố mẹ là: Aa x Aa.

Ta có: P: ♂ Aa x ♀ Aa

Gp: A, a A, a

F₁:

KG: 1AA : 2Aa : 1 aa.

KH: 3 bình thường : 1 bị bệnh.

- Áp dụng công thức định nghĩa xác suất, ta có:

+ Xác suất sinh con bình thường là: $\frac{3}{4}$.

+ Xác suất sinh con bị bệnh là: $\frac{1}{4}$.

1. Xác suất để họ sinh 2 người con, có cả trai và gái đều không bị bệnh:

- Xác suất sinh con trai hay con gái là: $\frac{1}{2}$.

- Áp dụng công thức tổ hợp, công thức định nghĩa xác suất, ta có xác suất sinh 2 người con có cả trai và gái là:

$$C_2^1 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \text{ (hoặc } C_2^1 / 2^2 = 1/2).$$

- Áp dụng công thức nhân xác suất, xác suất để cặp vợ chồng sinh 2 người con, có cả trai và gái đều không bị bệnh là: $1/2 \times 3/4 \times 3/4 = 9/32$.

2. Xác suất để họ sinh 2 người con có cả trai và gái trong đó có một người bệnh, một không bệnh:

- Áp dụng công thức nhân xác suất, xác suất để cặp vợ chồng sinh 2 người con,

có một người bệnh, một người không bệnh: $C_2^1 \times 3/4 \times 1/4 = 6/16$.

- Áp dụng công thức nhân xác suất, xác suất để cặp vợ chồng sinh 2 người con, có cả trai và gái trong đó có một người bệnh, một không bệnh: $1/2 \times 6/16 = 6/32$.

3. Sinh 2 người con cùng giới tính và một người bình thường, một người bị bệnh bạch tạng:

- Áp dụng công thức nhân xác suất, công thức cộng xác suất, ta có xác suất sinh 2 người con đều con trai hoặc

$$\text{đều con gái là: } \left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \right) = \frac{1}{2}.$$

- Áp dụng công thức nhân xác suất, xác suất để cặp vợ chồng sinh 2 người con cùng một giới và một người bình thường, một người bị bệnh bạch tạng là: $1/2 \times 3/4 \times 1/4 = 3/32$.

4. Xác suất để họ sinh 3 người con có cả trai, gái và ít nhất có một người không bệnh:

- Áp dụng công thức tổ hợp, công thức nhân xác suất, công thức cộng xác suất, ta có xác suất sinh 3 người con có cả trai và gái là:

$$C_3^2 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} + C_3^2 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{4}.$$

Vì có thể hai người con trai, một người con gái hoặc hai người con gái một người con trai cũng đúng. Còn C_3^2 là xác suất 2 trong 3 người con là con trai hoặc là con gái. (Hoặc tính bằng cách: $C_3^1 / 2^3 + C_3^2 / 2^3 = 2(C_3^1 / 2^3) = 3/4$).

- Áp dụng công thức nhân xác suất, công thức nhị thức Niu-ton, xác suất để cặp vợ chồng sinh 3 người con có cả trai, gái và ít nhất có một người không bệnh là:

$$\frac{3}{4} \times \left[\left(\frac{3}{4} \right)^3 + 3 \cdot \left(\frac{3}{4} \right)^2 \times \frac{1}{4} + 3 \times \frac{3}{4} \times \left(\frac{1}{4} \right)^2 \right] = \frac{189}{256}.$$

Ví dụ 3: Một cặp vợ chồng có nhóm máu A và đều có kiểu gen dị hợp về nhóm máu. Nếu họ sinh hai đứa con thì xác suất để một đứa có nhóm máu A và một đứa có nhóm máu O là bao nhiêu?

Giải:

- Kiểu gen, kiểu hình của đời con:

+ Kiểu gen của bố mẹ là: $I^A I^O \times I^A I^O$.

P : $I^A I^O \quad \times \quad I^A I^O$

G_P : $I^A : I^O \quad \quad \quad I^A : I^O$

F :

KG: $1 I^A I^A : 2 I^A I^O : 1 I^O I^O$.

KH: 3 nhóm máu A : 1 nhóm máu O.

+ Xác suất sinh con có nhóm máu A là: $\frac{3}{4}$.

+ Xác suất sinh con có nhóm máu O là: $\frac{1}{4}$.

+ Xác suất sinh con trai là: $\frac{1}{2}$ (Vì sinh con trai hay con gái xác suất là: 50% con trai : 50% con gái).

- Áp dụng công thức nhân xác suất, xác định để cặp vợ chồng sinh con trai không bị bệnh là: $\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$.

Dạng 5: Xác định *nguồn gốc NST* từ **bố** hoặc **mẹ**, từ ông (bà) **nội** và từ ông (bà) **ngoại**.

1. Xác định nguồn gốc NST từ bố hoặc mẹ

- Số giao tử mang a NST của bố (hoặc mẹ): C_n^a

- Số loại giao tử: 2^n

- Xác suất một giao tử mang a NST từ bố (hoặc mẹ): $C_n^a / 2^n$.

2. Xác định nguồn gốc NST từ ông (bà) nội và ông (bà) ngoại

- Số tổ hợp gen có a NST từ ông (bà) nội (*giao tử mang a NST của bố*) và b NST từ ông (bà) ngoại (*giao tử mang b NST của mẹ*): $C_n^a \times C_n^b$

- Xác suất của một tổ hợp gen có mang a NST từ ông (bà) nội và b NST từ ông (bà) ngoại: $C_n^a \times C_n^b / 4^n$.

Ví dụ: Bộ NST lưỡng bội của người $2n = 46$.

1. Có bao nhiêu trường hợp giao tử có mang 5 NST từ bố?

2. Xác suất một giao tử mang 5 NST từ mẹ là bao nhiêu?

3. Khả năng một người mang 1 NST của ông nội và 21 NST từ bà ngoại là bao nhiêu?

Giải:

1. Số trường hợp giao tử có mang 5 NST từ bố: C_{23}^{52}

2. Xác suất một giao tử mang 5 NST từ mẹ: $C_{23}^{52} / 2^{23}$

3. Khả năng một người mang 1 NST của ông nội và 21 NST từ bà ngoại:

$$C_{23}^1 \times C_{23}^{21} / 4^{23}.$$

c. Di truyền học quần thể

Bài tập di truyền có ứng dụng toán xác suất ở cấp độ quần thể thường gắn liền với cấu trúc di truyền của quần thể ở trạng thái cân bằng (Tần số alen, tần số kiểu gen, tỉ lệ kiểu hình).

Ví dụ: Khả năng cuộn lưỡi ở người do gen trội trên NST thường qui định, alen lặn qui định người bình thường. Một người đàn ông có khả năng cuộn lưỡi lấy người phụ nữ không có khả năng này, biết xác suất gặp người cuộn lưỡi trong quần thể người cân bằng là 64%. Xác suất sinh đứa con trai bị cuộn lưỡi là bao nhiêu?

Giải:

- Gọi: gen A quy định khả năng cuộn lưỡi, gen a quy định khả năng không cuộn lưỡi.

- Quần thể người ở trạng thái cân bằng về tật bệnh cuộn lưỡi có cấu trúc di truyền: $p^2 AA + 2pqAa + q^2 aa$.

- Tỉ lệ người không bị bệnh trong quần thể là: $100\% - 64\% = 36\% = 0,36 \leftrightarrow q^2 aa = 0,36 \rightarrow q = 0,6 ; p = 0,4$.

- Quần thể người ở trạng thái cân bằng về tật bệnh cuộn lưỡi có cấu trúc di truyền: $0,16AA + 0,48Aa + 0,36aa = 1$.

- Người vợ không cuộn lưỡi có kiểu gen aa, tần số a = 1.

- Người chồng bị cuộn lưỡi có 1 trong 2 kiểu gen: AA, Aa.

Tần số : $A = (0,16 + 0,24)/0,64 = 0,4/0,64 = 0,625$; $a = 0,24/0,64 = 0,375$.

- Khả năng sinh con bị cuộn lưỡi : $0,625 \times 1 = 0,625$.

- Xác suất để sinh con trai là: $1/2$.

- Áp dụng công thức nhân xác suất, ta có xác suất sinh con trai bị cuộn lưỡi là:

$$1/2 \times 0,625 = 0,3125.$$

2. Thực hành phương pháp giải các bài tập di truyền có ứng dụng toán xác suất trong chương trình Sách giáo khoa sinh học 12 - Ban cơ bản.

Bài tập 1: (Bài 2, Trang 53 - SGK Sinh học 12 cơ bản)

Ở người, bệnh mù màu đỏ - xanh lục do gen lặn nằm trên nhiễm sắc thể giới tính X qui định. Một phụ nữ bình thường có em trai bị bệnh mù màu lấy một người chồng bình thường. Nếu cặp vợ chồng này sinh được một người con trai thì xác suất để người con trai đó bị mù màu là bao nhiêu? Biết rằng bố mẹ của cặp vợ chồng này đều không bị bệnh.

Giải:

Cách 1:

- Gọi: A là gen không gây bệnh mù màu; a là gen gây bệnh mù màu.

- Người phụ nữ bình thường có em trai bị bệnh mù màu, do vậy mẹ của cô ta chắc chắn dị hợp về gen này (X^AX^a). Người chồng không bị bệnh (X^AY) nên không mang gen gây bệnh. Vậy họ sinh được một người con trai bị bệnh (X^aY) thì gen gây bệnh đó là do người vợ truyền cho và người vợ có kiểu gen dị hợp (X^AX^a).

- Xác suất sinh con trai là 0,5 và xác suất con mang gen gây bệnh của mẹ là 0,5.

- Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có xác suất để đứa con đầu lòng của cặp vợ chồng này là con trai bị bệnh mù màu là: $0,5 \times 0,5 = 0,25$.

Cách 2:

- Sơ đồ lai:

P: ♂ X^AY x ♀ X^AX^a

G: $0,5X^A, 0,5Y$ $0,5X^A, 0,5X^a$

- Xác suất để người con trai đó bị mù màu của cặp vợ chồng này là: $0,5 \times 0,5 = 0,25$.

Bài tập 2: (Bài 1, Trang 66 - SGK Sinh học 12 cơ bản)

Bệnh Phêninkêto niệu ở người là do một gen lặn nằm trên nhiễm sắc thể thường quy định và di truyền theo quy luật Mendel. Một người đàn ông có cô em gái bị bệnh, lấy một người vợ có người anh trai bị bệnh. Cặp vợ chồng này lo sợ con mình sinh ra sẽ bị bệnh. Hãy tính xác suất để cặp vợ chồng này sinh đứa con đầu lòng bị bệnh? Biết rằng, ngoài người anh chồng và em vợ bị bệnh ra, cả bên vợ và bên chồng không còn ai khác bị bệnh.

Giải:

- Gọi: A là gen không gây bệnh Phêninkêto niệu ; a là gen gây bệnh Phêninkêto niệu.

- Do bệnh này tuân theo định luật Mendel và do chỉ có em chồng và anh vợ bị bệnh nên bố, mẹ người chồng và bố, mẹ người vợ đều có kiểu gen Aa.

- Người chồng bình thường và người vợ bình thường có con bị bệnh (aa) nên kiểu gen của cặp vợ chồng này là Aa.

- Xác suất để người chồng, người vợ có kiểu gen dị hợp (Aa) từ bố mẹ của họ là $2/3$.

- Xác suất để sinh con bị bệnh là $1/4$.

- Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có xác suất để cặp vợ chồng này sinh đứa con đầu lòng bị bệnh là: $2/3 \times 2/3 \times 1/4 = 1/9$.

Bài tập 3: (Bài 2, Trang 66 - SGK Sinh học 12 cơ bản)

Trong phép lai giữa hai cá thể có kiểu gen sau đây: ♂ $AaBbCcDdEe$ x ♀ $aaBbccDdee$. Các cặp gen quy định các tính trạng khác nhau nằm trên các cặp NST tương đồng khác nhau. Hãy cho biết:

a. Tỷ lệ đời con có kiểu hình trội về tất cả 5 tính trạng là bao nhiêu?

b. Tỷ lệ đời con có kiểu hình giống mẹ là bao nhiêu?

c. Tỷ lệ đời con có kiểu gen giống bố là bao nhiêu?

Giải:

Cách 1:

a. Tỷ lệ đời con có kiểu hình trội về tất cả 5 tính trạng:

- Tính tỉ lệ tính trạng trội (lặn) ở phép lai của mỗi cặp gen:

Cặp gen	Tỉ lệ phân li kiểu gen	Tỉ lệ phân li kiểu hình	Tỉ lệ KH trội	Tỉ lệ KH lặn	Tỉ lệ KH giống mẹ
Aa x aa	1Aa : 1aa	1 Trội : 1 Lặn	1/2	1/2	1/2

Bb x Bb	1BB : 2Bb : 1bb	3 Trội : 1 Lặn	3/4	1/4	3/4
Cc x cc	1Cc : 1cc	1 Trội : 1 Lặn	1/2	1/2	1/2
Dd x Dd	1DD : 2Dd : 1dd	3 Trội : 1 Lặn	3/4	1/4	3/4
Ee x ee	1Ee : 1ee	1 Trội : 1 Lặn	1/2	1/2	1/2

- Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có tỉ lệ kiểu hình trội về 5 cặp tính trạng là:
 $1/2 \times 3/4 \times 1/2 \times 3/4 \times 1/2 = 9/128$.

Cách 2: (Áp dụng khi bài toán yêu cầu xác định đời con có tỉ lệ kiểu hình trội hay lặn về **cả n cặp tính trạng**).

- Đời con mang kiểu hình lặn về cả 5 cặp tính trạng có kiểu gen AABBCCDDEE.
 - Tỉ lệ giao tử ABCDE ở cơ thể bố là $1/2^5 = 1/32$.
 - Tỉ lệ giao tử ABCDE ở cơ thể mẹ là $1/2^2 = 1/4$.
 - Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có tỉ lệ kiểu hình trội về 5 cặp tính trạng là:
 $1/32 \times 1/4 = 1/128$.

b. Tỉ lệ đời con có kiểu hình giống mẹ:

- Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có tỉ lệ đời con có kiểu hình giống mẹ là:
 $1/2 \times 3/4 \times 1/2 \times 3/4 \times 1/2 = 9/128$.

c. Tỉ lệ đời con có kiểu gen giống bố:

- Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có tỉ lệ đời con có kiểu gen giống bố là:
 $1/2 \times 2/4 \times 1/2 \times 2/4 \times 1/2 = 1/32$.

Bài tập 4: (Bài 3, Trang 66 - SGK Sinh học 12 cơ bản)

Bệnh mù màu đỏ và xanh lục ở người do một gen lặn liên kết với NST X. Một phụ nữ bình thường có bố bị mù màu lấy một người chồng bình thường.

- Xác suất để đứa con đầu lòng của cặp vợ chồng này là con trai bị bệnh mù màu là bao nhiêu?
- Xác suất để đứa con đầu lòng của cặp vợ chồng này là con gái bị bệnh mù màu là bao nhiêu?

Giải:

Cách 1:

- Xác suất để đứa con đầu lòng của cặp vợ chồng này là con trai bị bệnh mù màu:
 - Gọi: A là gen không gây bệnh mù màu; a là gen gây bệnh mù màu
 - Người phụ nữ bình thường có bố bị mù màu nên có kiểu gen X^AX^a .
 - Người chồng bình thường X^AY .
 - Xác suất sinh con trai là $1/2$ và xác suất con mang gen gây bệnh của mẹ là $1/2$.
 - Áp dụng quy tắc nhân xác suất, ta có xác suất để đứa con đầu lòng của cặp vợ chồng này là con trai bị bệnh mù màu là: $1/2 \times 1/2 = 1/4$.

Cách 2:

- Sơ đồ lai:

P: ♂ X^AY x ♀ X^AX^a

G: $1/2X^A, 1/2Y$ $1/2X^A, 1/2X^a$

- Xác suất để người con trai đầu lòng của cặp vợ chồng này bị mù màu là:
 $1/2 \times 1/2 = 1/4$.

b. Xác suất để đứa con đầu lòng của cặp vợ chồng này là con gái bị bệnh mù màu:

- Vì bố không bị bệnh (X^AY) nên con gái chắc chắn sẽ nhận gen trên X không gây bệnh, có nghĩa là xác suất gen trên X gây bệnh bằng 0. Do đó, xác suất để đứa con đầu lòng của cặp vợ chồng này là con gái bị bệnh mù màu là:

$$1/2 \times 0 = 0.$$

(Có nghĩa là cặp vợ chồng này không thể có con gái bị bệnh mù màu).

Bài tập 5: (Câu lệnh, Trang 73 - SGK Sinh học 12 cơ bản)

Một quần thể người bị bạch tạng là $1/10000$. Giả sử quần thể này cân bằng di truyền.

- Hãy tính tần số alen và thành phần các kiểu gen của quần thể? Biết rằng, bệnh bạch tạng là do một gen lặn nằm trên NST thường quy định.
- Tính xác suất để hai người bình thường trong quần thể này lấy nhau sinh ra người con đầu lòng bị bệnh bạch tạng?

Giải:

1. Hãy tính tần số alen và thành phần các kiểu gen của quần thể:

- Gọi: gen A quy định da bình thường; gen a quy định da bị bệnh bạch tạng
- Gọi p, q lần lượt là lần lượt là tần số tương đối của các alen A, a

- Vì quần thể ở trạng thái cân bằng di truyền nên từ người bị bạch tạng có kiểu gen aa, tần số kiểu gen $q^2 = 1/10000 \rightarrow q = 0,01, p = 1 - q = 0,99$

2. Tính xác suất để hai người bình thường trong quần thể này lấy nhau sinh ra người con đầu lòng bị bệnh bạch tạng:

- Cấu trúc di truyền của quần thể người này là: $p^2 AA + 2pq Aa + q^2 aa = 1$

- Kiểu gen của hai người bình thường phải là: Aa.

- Sơ đồ lai: P: ♂ Aa x ♀ Aa
Gp: 1/2A, 1/2a 1/2A, 1/2a

F₁:

KG: 1/4AA : 2/4Aa : 1/4 aa.

KH: 3 bình thường : 1 bị bệnh.

- Xác suất con bị bệnh là: 1/4.

- Xác suất bắt gặp được một người phụ nữ có kiểu gen Aa trong quần thể là:

$2pq / (p^2 + 2pq)$.

- Xác suất bắt gặp được một người đàn ông có kiểu gen Aa trong quần thể là:

$2pq / (p^2 + 2pq)$.

- Xác suất để 2 người này lấy nhau trong quần thể là:

$[2pq / (p^2 + 2pq)] \times [2pq / (p^2 + 2pq)]$.

- Xác suất để họ sinh ra con đầu lòng bị bệnh bạch tạng trong quần thể là:

$1/4 \times (2pq / p^2 + 2pq) \times (2pq / p^2 + 2pq) = 1/4 \times [0,0198 / (0,980 + 0,0198)]^2 = 0,00495$.

Lưu ý: □ □

- Người phụ nữ (hay đàn ông) này là người có kiểu hình bình thường thì xác suất chọn sẽ rơi vào số người chiếm tỉ lệ $p^2 + 2pq$ (người bình thường) chứ không phải toàn bộ quần thể $p^2 + 2pq + q^2$ (người bình thường và người bị bệnh).

Bài tập 6: (Bài 4, Trang 102 - SGK Sinh học 12 cơ bản)

Cho một cây đậu Hà Lan có kiểu gen dị hợp tử với kiểu hình hoa đỏ tự thụ phấn. Ở đời sau, người ta lấy ngẫu nhiên 5 hạt đem gieo.

a. Xác suất để cả 5 hạt cho ra cả 5 cây đều có hoa trắng là bao nhiêu ?

b. Xác suất để trong số 5 cây con có ít nhất 1 cây hoa đỏ là bao nhiêu ?

Giải:

- Phép lai :

P : Hoa Đỏ(Aa) x Hoa Đỏ (Aa)

F₁ : 1AA : 2Aa : 1aa

Kiểu hình : 3 hoa đỏ : 1hoa trắng

a. Xác suất để cả 5 hạt cho ra 5 cây đều có hoa trắng:

- Nếu lấy ngẫu nhiên mỗi cây 1 hạt thì xác suất mỗi hạt lấy ra: 3/4 là hoa đỏ, 1/4 là hoa trắng. Đây là trường hợp các khả năng có xác suất không như nhau.

- Gọi a là xác suất hạt được lấy là hoa đỏ : $a = 3/4 = 0,75$.

- Gọi b là xác suất hạt được lấy là hoa trắng : $b = 1/4 = 0,25$.

- Xác suất 5 hạt lấy ra là kết quả của:

$(a + b)^5 = a^5 + 5a^4 b + 10a^3 b^2 + 10a^2 b^3 + 5a b^4 + b^5$

→ Có 6 khả năng xảy ra, trong đó xác suất để cả 5 hạt cho ra 5 cây đều có hoa trắng là: $b^5 = (0,25)^5$.

b. Xác suất để trong số 5 cây con có ít nhất 1 cây hoa đỏ :

- Xác suất để trong số 5 cây con có ít nhất 1 cây hoa đỏ là một trong số 5 khả năng sau:

TH1 : 5 cây hoa đỏ và 0 cây hoa trắng TH2 : 4 cây hoa đỏ và 1 cây hoa trắng

TH3 : 3 cây hoa đỏ và 2 cây hoa trắng TH4 : 2 cây hoa đỏ và 3 cây hoa trắng

TH5 : 1 cây hoa đỏ và 4 cây hoa trắng TH6: 0 cây hoa đỏ và 5 cây hoa trắng

- Mặt khác xác suất bắt gặp TH1 + TH2 + TH3 + TH4 + TH5 + TH6 = 1

→ Xác suất để trong số 5 cây con có ít nhất 1 cây hoa đỏ là:

$TH1 + TH2 + TH3 + TH4 + TH5 = 1 - TH6 = 1 - (0,25)^5$.

3. Thực hành phương pháp giải các bài tập di truyền có ứng dụng toán xác suất trong các đề thi học sinh giỏi tỉnh

Bài tập 1: (Đề thi HSG tỉnh năm 2008 - 2009)

Ở người: alen I^A qui định nhóm máu A, I^B qui định nhóm máu B, I^A và I^B đồng trội nên người có kiểu gen I^AI^B có nhóm máu AB; I^A và I^B trội hoàn toàn so với

I^O . Gọi p, q và r lần lượt là tần số tương đối của các alen I^A , I^B và I^O .

Hãy xác định:

1. Tần số người có nhóm máu B là bao nhiêu ?
2. Một cặp vợ chồng có nhóm máu B, sinh 2 người con có tên là Huy và Lan.
- Xác suất Lan có nhóm máu O là bao nhiêu?
- Xác suất cả Huy và Lan có nhóm máu O là bao nhiêu?

Giải:

1. Tần số người có nhóm máu B:

- Gọi: p là tần số tương đối của alen I^A , q là tần số tương đối của alen I^B , r là tần số tương đối của alen I^O .

- Cấu trúc di truyền của quần thể:

$$p^2 (I^A I^A) + 2pr (I^A I^O) + q^2 (I^B I^B) + 2qr (I^B I^O) + 2pq (I^A I^B) + r^2 (I^O I^O) = 1$$

- Tần số người có nhóm máu B là: $q^2 + 2qr$

2. Một cặp vợ chồng có nhóm máu B, sinh 2 người con có tên là Huy và Lan.

- Cặp vợ chồng có nhóm máu B, sinh con có nhóm máu O nên cặp vợ chồng này đều có kiểu gen $I^B I^O$

- Sơ đồ lai: P: ♂ $I^B I^O$ (Nhóm máu B) x ♀ $I^B I^O$ (Nhóm máu B)

Gp: $1/2 I^B, 1/2 I^O$ $1/2 I^B, 1/2 I^O$

F₁:

KG: $1/4 I^B I^B : 2/4 I^B I^O : 1/4 I^O I^O$.

KH: 3 nhóm máu B : 1 nhóm máu O.

- Xác suất con có nhóm máu O là: $1/4$

- Xác suất để chồng có kiểu gen $I^B I^O$ là: $2qr/(q^2 + 2qr)$

- Xác suất để vợ có kiểu gen $I^B I^O$ là: $2qr/(q^2 + 2qr)$

- Xác suất Lan có nhóm máu O là: $\left(\frac{2qr}{q^2 + 2qr} \right)^2 \times \frac{1}{4}$

- Xác suất cả Huy và Lan có nhóm máu O là: $\left[\left(\frac{2qr}{q^2 + 2qr} \right)^2 \times \frac{1}{4} \right]^2$

Bài tập 2: (Đề thi HSG tỉnh năm 2008 - 2009)

Trong một quần thể, 90% alen ở lôcut Rh là R. Alen còn lại là r. Bốn mươi trẻ em của một quần thể này đi đến một trường học nhất định. Xác suất để tất cả các em đều là Rh dương tính sẽ là bao nhiêu?

Giải:

- Tần số alen R là 0,9 suy ra tần số alen r là 0,1.

- Tần số những người Rh dương tính sẽ là: $p^2 + 2pq = 0,9^2 + 2 \cdot 0,9 \cdot 0,1 = 0,99$.

- Vậy xác suất để tất cả 40 em đều là Rh dương tính là: $(0,99)^{40}$

Bài tập 3: (Đề thi HSG tỉnh giải toán trên máy tính cầm tay năm 2009 - 2010)

Một số người có khả năng tiết ra chất mathanetiol gây mùi khó chịu, khả năng tiết chất này là do gen lặn m gây nên. Trong một quần thể ở trạng thái cân bằng di truyền, có tần số alen m là 0,6 ; có 4 cặp vợ chồng đều bình thường (không tiết ra chất mathanetiol) chuẩn bị sinh con.

a. Xác suất để cả 4 cặp vợ chồng trên đều có kiểu gen dị hợp Mm là bao nhiêu %?

b. Nếu cả 4 cặp vợ chồng trên đều có kiểu gen dị hợp Mm, thì xác suất để 4 đứa con sinh ra có đúng 2 đứa có khả năng tiết ra chất mathanetiol là bao nhiêu?

Giải:

a. Xác suất để cả 4 cặp vợ chồng trên đều có kiểu gen dị hợp Mm:

- Gọi p là tần số alen M, q là tần số alen m. Ta có $q = 0,6 \rightarrow p = 0,4$.

- Tần số người dị hợp Mm trong quần thể là $2pq = 2 \times 0,4 \times 0,6 = 0,48$.

- Xác suất để 1 người bình thường mang kiểu gen dị hợp là:

$$\frac{2pq}{p^2 + 2pq} = \frac{0,48}{0,4^2 + 0,48} = 0,75.$$

- Xác suất để cả 4 cặp vợ chồng đều dị hợp là $(0,75)^8$

b. Nếu cả 4 cặp vợ chồng chắc chắn là dị hợp tử Mm thì xác suất để 4 đứa con sinh ra có đúng 2 đứa bị bệnh:

- Sơ đồ lai: P: ♂ Mm x ♀ Mm

Gp: $1/2 M, 1/2 m$ $1/2 M, 1/2 m$

F₁:

KG: $1/4 MM : 2/4 Mm : 1/4 mm$.

KH: 3 bình thường : 1 bị bệnh.

- Xác suất con không bệnh của một cặp vợ chồng: $\frac{3}{4}$
- Xác suất con bị bệnh của một cặp vợ chồng: $\frac{1}{4}$.
- Xác suất để 4 đứa con sinh ra có đúng 2 đứa bị bệnh:

$$C^2_4 \times \left(\frac{3}{4}\right)^2 \times \left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{4!}{2!(4-2)!} \times \left(\frac{3}{4}\right)^2 \times \left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{54}{256}$$

4. Thực hành phương pháp giải các bài tập di truyền có ứng dụng toán xác suất trong đề thi các kì thi quốc gia

Bài tập 1: (Đề thi tốt nghiệp THPT năm 2009)

Ở người, bệnh mù màu đỏ và lục được quy định bởi một gen lặn nằm trên nhiễm sắc thể giới tính X, không có alen tương ứng trên nhiễm sắc thể Y. Bố bị bệnh mù màu đỏ và lục; mẹ không biểu hiện bệnh. Họ có con trai đầu lòng bị bệnh mù màu đỏ và lục. Xác suất để họ sinh ra đứa con thứ hai là con gái bị bệnh mù màu đỏ và lục là:

- A. 50%. B. 25%. C. 12,5%. D. 75%.

- Con trai đầu lòng bị bệnh mù màu → gen trên X mang bệnh lấy từ mẹ có xác suất 0,5.
- Xác suất con gái bị bệnh mù màu là: $0,5 \times 0,5 = 0,25 = 25\%$ (lấy gen trên X mang bệnh từ bố và từ mẹ đều có xác suất 0,5) → Đáp án B.

Bài tập 2: (Đề thi tốt nghiệp THPT năm 2011)

Trong trường hợp các gen phân li độc lập và quá trình giảm phân diễn ra bình thường, tính theo lí thuyết, tỉ lệ kiểu gen AaBbDd thu được từ phép lai AaBbDd

× AaBbdd là:

- A. 1/4. B. 1/8. C. 1/2. D. 1/16.

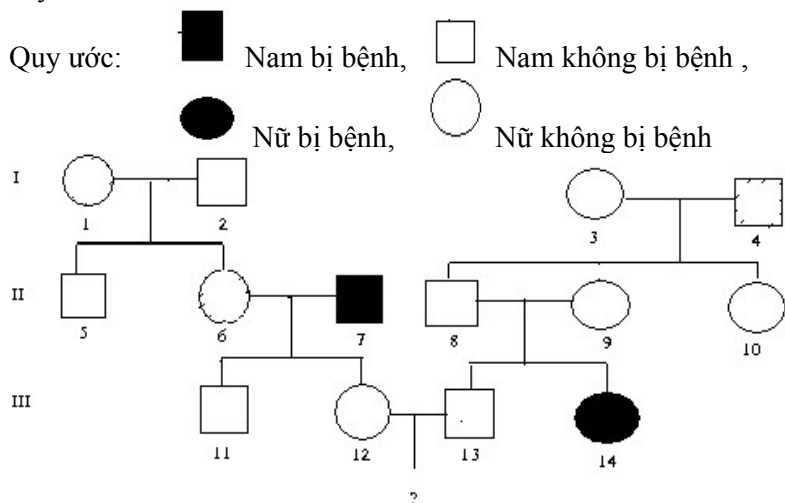
- Áp dụng công thức nhân xác suất: $\frac{2}{4} \times \frac{2}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8} \rightarrow$ Đáp án B.

- Áp dụng công thức nhân xác suất: $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 1 = \frac{1}{8} = 12,5\%$

→ Đáp án A.

Bài tập 3: (Đề thi tuyển sinh Cao đẳng năm 2012)

Sơ đồ phả hệ sau đây mô tả một bệnh di truyền ở người do một alen lặn nằm trên nhiễm sắc thể thường quy định, alen trội tương ứng quy định không bị bệnh. Biết rằng không có các đột biến mới phát sinh ở tất cả các cá thể trong phả hệ. Xác suất sinh con đầu lòng không bị bệnh của cặp vợ chồng III.12 – III.13 trong phả hệ này là:



- A. 8/9 B. 3/4 C. 7/8 D. 5/6

(7) bị bệnh nên kiểu gen của (12) phải dị hợp Aa, (14) bị bệnh nên (8), (9) phải có kiểu gen dị hợp Aa, do đó (13) có kiểu gen AA hoặc aa.

- Xác suất con bị bệnh: $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} = \frac{1}{6} \rightarrow$ Xác suất con không bị bệnh: $\frac{5}{6}$

→ Đáp án D.

Bài tập 4: (Đề thi tuyển sinh Cao đẳng năm 2012)

Ở một loài thực vật, alen A quy định hoa đỏ trội hoàn toàn so với alen quy định hoa trắng. Một quần thể của loài này đang ở trạng thái cân bằng di truyền có 64% số cây hoa đỏ. Chọn ngẫu nhiên hai cây hoa đỏ, xác suất để cả hai cây được

chọn có kiểu gen dị hợp tử là:

- A. 14,06% B. 56,25% C. 75,0% D. 25%

- Cấu trúc di truyền của quần thể: $0,16 AA + 0,48 Aa + 0,36 aa = 1$

- Xác suất để cả hai cây được chọn có kiểu gen dị hợp tử là: $(0,48/0,64)^2 = 0,5625 = 56,25\% \rightarrow$ Đáp án B.
- Áp dụng công thức nhân xác suất: $2/4 \times 2/4 \times 2/4 = 1/8 = 12,5\% \rightarrow$ Đáp án C.

Bài tập 5: (Đề thi tuyển sinh Đại học - Cao đẳng năm 2008)

Trong trường hợp các gen phân li độc lập, tác động riêng rẽ và các gen trội là trội hoàn toàn, phép lai: $AaBbCcDd \times AaBbCcDd$ cho tỉ lệ kiểu hình A-bbC-D-

ở đời con là:

- A. 3/256. B. 1/16. C. 81/256. D. 27/256.

Áp dụng công thức nhân xác suất: $3/4 \times 1/4 \times 3/4 \times 3/4 = 27/256 \rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập 6: (Đề thi tuyển sinh Đại học - Cao đẳng năm 2009)

Ở người, gen lặn gây bệnh bạch tạng nằm trên nhiễm sắc thể thường, alen trội tương ứng quy định da bình thường. Giả sử trong quần thể người, cứ trong 100 người da bình thường thì có một người mang gen bạch tạng. Một cặp vợ chồng có da bình thường, xác suất sinh con bị bạch tạng của họ là:

- A. 0,0125%. B. 0,25%. C. 0,025%. D. 0,0025%.

- Xác suất con bị bạch tạng: $1/4$

- Xác suất sinh con bị bạch tạng trong quần thể:

$(1/100)^2 \times 1/4 \times 100\% = 0,0025\% \rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập 7: (Đề thi tuyển sinh Đại học - Cao đẳng năm 2009)

Trong trường hợp giảm phân và thụ tinh bình thường, một gen quy định một tính trạng và gen trội là trội hoàn toàn. Tính theo lí thuyết, phép lai $AaBbDdHh \times AaBbDdHh$ sẽ cho kiểu hình mang 3 tính trạng trội và 1 tính trạng lặn ở đời con chiếm tỉ lệ:

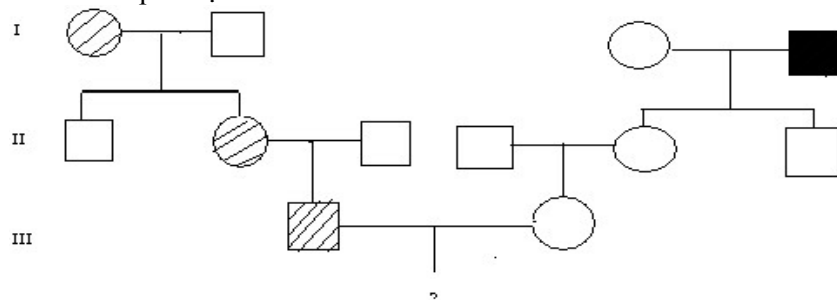
- A. 27/256. B. 81/256. C. 9/64. D. 27/64.

- Áp dụng công thức tổ hợp, công thức nhân xác suất:

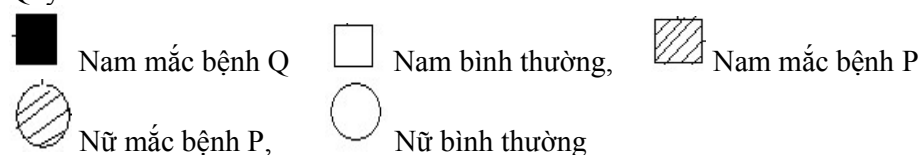
$C^3_4 \times (3/4)^3 \times (1/4)^1 = 27/64 \rightarrow$ Đáp án D.

Bài tập 8: (Đề thi tuyển sinh Đại học - Cao đẳng năm 2009)

Cho sơ đồ phả hệ sau:



Quy ước:



Bệnh P được quy định bởi gen trội nằm trên NST thường; bệnh Q được quy định bởi gen lặn nằm trên nhiễm sắc thể giới tính X, không có alen tương ứng trên Y. Biết rằng không có đột biến mới xảy ra. Xác suất để cặp vợ chồng ở thế

hệ thứ III trong sơ đồ phả hệ trên sinh con đầu lòng là con trai và mắc cả hai bệnh P, Q là:

- A. 6,25%. B. 50%. C. 12,5%. D. 25%.

- Áp dụng công thức nhân xác suất: $(1/2 \times 1/4) \times 1/2 = 1/16 = 6,25\%$

$\rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập 10: (Đề thi tuyển sinh Đại học - Cao đẳng năm 2010)

Giao phấn giữa hai cây (P) đều có hoa màu trắng thuần chủng, thu được F_1 gồm 100% cây có hoa màu đỏ. Cho F_1 tự thụ phấn, thu được F_2 có kiểu hình phân li theo tỉ lệ 9 cây hoa màu đỏ : 7 cây hoa màu trắng. Chọn ngẫu nhiên hai cây có hoa màu đỏ ở F_2 cho giao phấn với nhau. Cho biết không có đột biến xảy ra, tính theo lí thuyết, xác suất để xuất hiện cây hoa màu trắng có kiểu gen đồng hợp lặn ở F_3 là:

- A. 1/81. B. 16/81. C. 81/256. D. 1/16.

- Áp dụng quy tắc nhân xác suất: $[(4 \times 1/4)/9]^2 = 1/81 \rightarrow$ Đáp án A.

Bài tập 11: (Đề thi tuyển sinh Đại học - Cao đẳng năm 2010)

Cho biết mỗi gen quy định một tính trạng, các gen phân li độc lập, gen trội là trội hoàn toàn và không có đột biến xảy ra. Tính theo lí thuyết, phép lai $AaBbDdEe \times AaBbDdEe$ cho đời con có kiểu hình mang 2 tính trạng trội và 2 tính trạng lặn chiếm tỉ lệ:

- A. 9/256. B. 27/128. C. 9/64. D. 9/128.

- Áp dụng công thức tổ hợp, công thức nhân xác suất:

$$C^2_4 \times (3/4)^2 \times (1/4)^2 = 27/128 \rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Bài tập 12: (Đề thi tuyển sinh Đại học - Cao đẳng năm 2012)

Ở người, xét một gen nằm trên nhiễm sắc thể thường có hai alen: alen A không gây bệnh trội hoàn toàn so với alen a gây bệnh. Một người phụ nữ bình thường nhưng có em trai bị bệnh kết hôn với một người đàn ông bình thường nhưng có em gái bị bệnh. Xác suất để con đầu lòng của cặp vợ chồng này không bị bệnh là bao nhiêu? Biết rằng những người khác trong cả hai gia đình trên đều không bị bệnh.

- A. 1/2. B. 8/9. C. 5/9. D. 3/4.

Đáp án B.