確率で投げるものは同じものではなく、区別できるものとして扱います。
例えば 2 枚のコインを同時に投げて表裏の出方は何通りありますか。という問いに対して、表表、表裏、裏裏の 3 通りしかないという意見を聞きます。この場合コインを振って 2 枚とも表になる確率は $\frac{1}{3}$ です。同じもの投げてるんだからという理由からです。じゃ区別できるように、例えばそれこそ同じ質量の絵具で 2 枚とも同じ場所に違う色を塗って区別できるようにしたとします。じゃ今区別できるようにしたから、出方が表表、表裏、裏表、裏裏になって、2 枚とも表が出る確率は $\frac{1}{4}$ になりましたというのはおかしな話ですよね?もしそうなるのであれば、それはインチキです。細かく言えばナノレベルでは等しい 2 つの物体は存在しません。量子学などではあるようなないような話は聞いたか聞かないか覚えていませんが。また、投げるときに右にあるもの左にあるもので区別できますから、そういった意味では区別できるものとして扱います。さいころも同じです。大小 2 つのさいころとあれはわざと書いてあります。でも大小のさいころって、何か野球ボールみたいに大きいさいころと、ありのように小さいさいころでは話になりません。あくまで区別できます、区別して考えなさいという問題製作者の配慮です。そう思っています。

同時に〜とは魔法の言葉?
(問題 1)3 枚のコインを同時に投げたとき、2 枚が表で 1 枚が裏になる確率を求めなさい。
当たり前のように出てくる中学数学の確率の問題文です。
ここで、この問題文を次のようにしたとします。
(問題 2)3 枚のコインを投げたとき、2 枚が表で 1 枚が裏になる確率を求めなさい。
お気づきかもしれませんが、同時にという言葉を文から省きます。すると、同時に投げないのなら、コインの投げる順番を考えなくてはいけませんね。例えばコイン A,B,C とあって A を最初に投げて、次に B を投げて、最後に C を投げる。という具合にです。その投げる順番は 6 通りあります。ただどの順番で投げたとしても、同じ樹形図になります。
もし同時にという言葉がなければ、厳密にいえばこの下の樹形図を A,B,C の並び方も考慮して 6 種類必要です。何が違うかピン解かないかもしれませんが、起こりうる場合の数がちがいます。下に書いてみました。(問題 1) では 8 通り、(問題 2) では 48 通りあります。
ただ問題の答えは両方とも $\frac{3}{8}$ になります。これは投げる順番がどうであろうと、コイン 1 枚の表裏のでる確率は変わらないことを意味します。
後述するさいころも同じです。最初にさいころ振って 1 の目が出たからと言って、次に 1〜6 のうちどれか 1 つの目が出る確率は変わりません。このように過去の出来事によって、次に起こる出来事の期待の度合が変化しない。このような事象 (出来事) を専門用語で独立事象といいます。

(問題 1) の場合：3 枚のコインの表裏の出方

- 表 A
  - 表 B
    - 表 C
    - 裏 C◯
  - 裏 B
    - 表 C◯
    - 裏 C
- 裏 A
  - 表 B
    - 表 C◯
    - 裏 C
  - 裏 B
    - 表 C
    - 裏 C

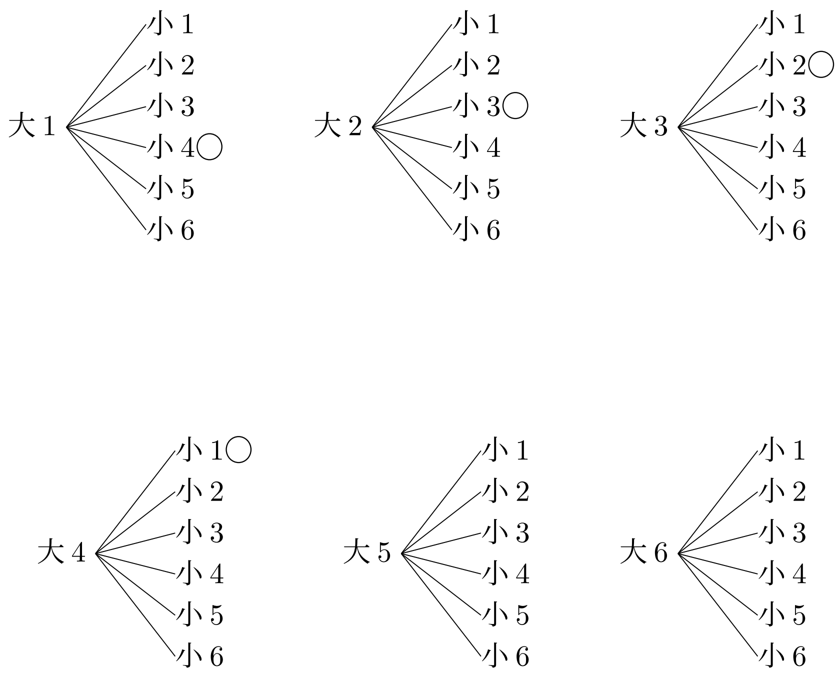
$\frac{3}{8}$ ……(答)

(問題 2) の場合：3 枚のコインの表裏の出方

- 表 A
  - 表 B
    - 表 C
    - 裏 C◯
  - 裏 B
    - 表 C◯
    - 裏 C
- 裏 A
  - 表 B
    - 表 C◯
    - 裏 C
  - 裏 B
    - 表 C
    - 裏 C
- 表 A
  - 表 C
    - 表 B
    - 裏 B◯
  - 裏 C
    - 表 B◯
    - 裏 B
- 裏 A
  - 表 C
    - 表 B◯
    - 裏 B
  - 裏 C
    - 表 B
    - 裏 B
- 表 B
  - 表 A
    - 表 C◯
    - 裏 C
  - 裏 A
    - 表 C◯
    - 裏 C
- 裏 B
  - 表 A
    - 表 C◯
    - 裏 C
  - 裏 A
    - 表 C
    - 裏 C
- 表 B
  - 表 C
    - 表 A
    - 裏 A◯
  - 裏 C
    - 表 A◯
    - 裏 A
- 裏 B
  - 表 C
    - 表 A◯
    - 裏 A
  - 裏 C
    - 表 A
    - 裏 A
- 表 C
  - 表 A
    - 表 B
    - 裏 B◯
  - 裏 A
    - 表 B◯
    - 裏 B
- 裏 C
  - 表 A
    - 表 B◯
    - 裏 B
  - 裏 A
    - 表 B
    - 裏 B
- 表 C
  - 表 B
    - 表 A
    - 裏 A◯
  - 裏 B
    - 表 A◯
    - 裏 A
- 裏 C
  - 表 B
    - 表 A◯
    - 裏 A
  - 裏 B
    - 表 A
    - 裏 A

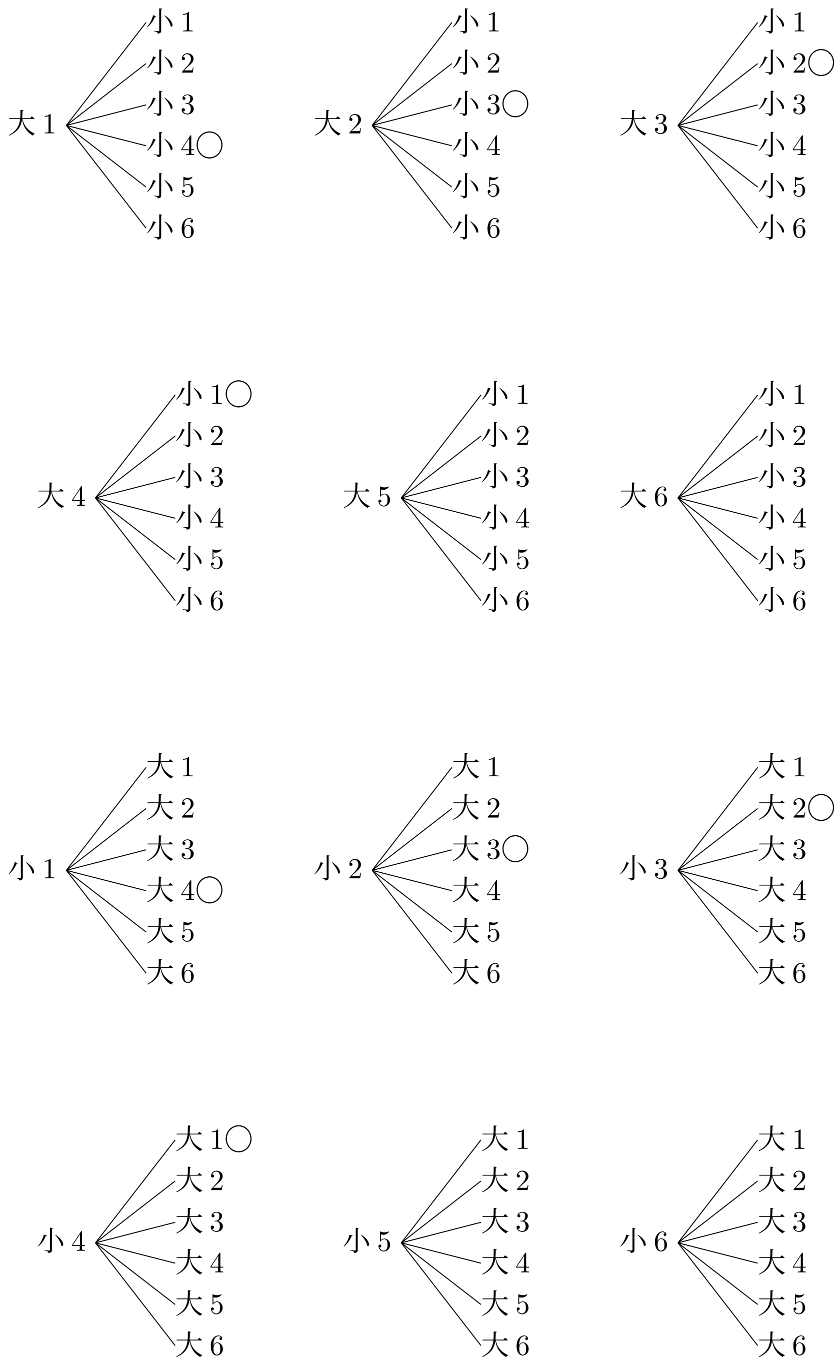
$\frac{18}{48} = \frac{3}{8}$ ……(答)

次にさいころの問題でも同様に考えてみましょう。
(問題 3) 大小 2 つのさいころを同時に振って出る目の数の和が 5 になる確率を求めなさい。
同時に振るのだから、投げる順番は考えず、大小のさいころどちらかの目に対し、もう一方のさいころの目の出方を考えればよいのです。ですから、下のような樹形図になります。
サイコロではあまり樹形図は使いませんかね?
次のページには、同時に投げなかった場合、どちらかを投げて、そのあとどちらかを投げるという具合に、投げる順番を考慮するとどうなるか書いてみました。ただ、前述したように、さいころは過去に出た目に左右されるものではありません。投げる順番が変わっても確率は変化しません。ただの実験です。



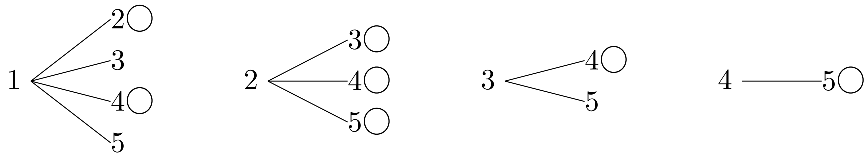
$\frac{4}{36} = \frac{1}{9}$ ……(答)

(問題 4) 大小 2 つのさいころを振って出る目の数の和が 5 になる確率を求めなさい。



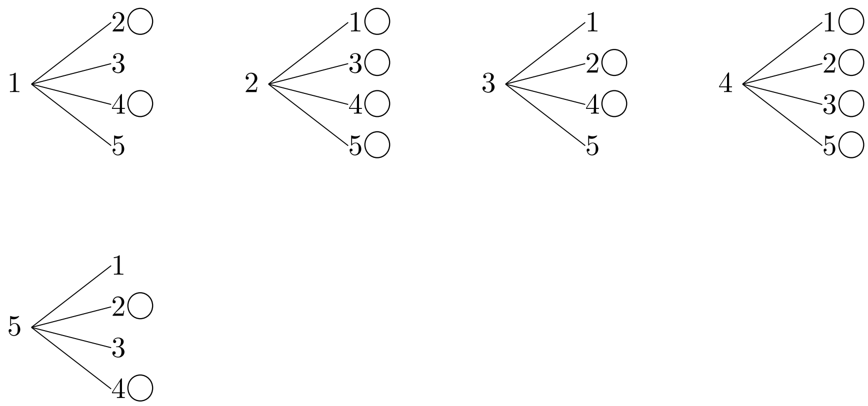
$\frac{8}{72} = \frac{1}{9}$ ……(答)

(問題 5)1〜5 の異なる自然数を書いたカードが 1 枚ずつ計 5 枚あります。そのカードをよく切って同時に 2 枚引きます。引いたカードの 2 枚の積が偶数になる確率を求めなさい。



$\frac{7}{10}$ ……(答)

(問題 6)1〜5 の異なる自然数を書いたカードが 1 枚ずつ計 5 枚あります。そのカードをよく切って 2 枚引きます (1 枚引いてから続けて 2 枚目を引く)。引いたカードの 2 枚の積が偶数になる確率を求めなさい。



$\frac{14}{20} = \frac{7}{10}$ ……(答)

このカードの問題 6 では、1(1 枚目に奇数) を引いた場合、偶数になる確率は残りのカードから偶数を引かなくてはいけません。従って 1 を引いた場合 2 枚のカードの積が偶数になる確率は $\frac{1}{2}$ となります。しかし、最初に 2(1 枚目に偶数) のカードを引いた場合、2 枚のカードの積が偶数になる確率は 1 です。このように、条件によって確率が変わったりします。詳しくは知りませんが、条件付き確率というものです。
結局同時に〜があるおかげで、問題を解く側としてはずいぶん楽な思いをしているのではないでしょうか。ただ、上のように同時にを省いた場合は、投げる順番を考えるように、問題文に A を投げたあと、続けて B を投げるという具合に配慮されているのが普通です。問題文がどちらで考えればいいのか不明という曖昧な問題はあまり見たことがありません。